This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

**A propos de ce livre**

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

**Consignes d'utilisation**

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

**À propos du service Google Recherche de Livres**

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

B 1,060,448

LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN

# REVUE

DES

# QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
*Const. de Fid. cath.*, c. IV.

DEUXIÈME SÉRIE

**TOME IX — JANVIER 1896**

(VINGTIÈME ANNÉE ; TOME XXXIX DE LA COLLECTION)

LOUVAIN
IMPRIMERIE POLLEUNIS & CEUTERICK
30, RUE DES ORPHELINS, 30.
Même maison à Bruxelles, 37, rue des Ursulines.

1896

# ESSAI

DE

# GÉOMORPHOGÉNIE DESCRIPTIVE

## L'EUROPE, LES ILES BRITANNIQUES

---

### INTRODUCTION.

En plus d'une circonstance, nous avons appelé l'attention des lecteurs de la *Revue* sur le changement profond qui est en voie de s'accomplir dans l'enseignement de la géographie (1). Cette science renonce définitivement aux errements du passé, et ceux qui la professent s'efforcent de plus en plus de lui donner une base rationnelle, en rattachant étroitement la description des formes actuelles du globe à la notion des vicissitudes d'où est sorti l'état présent de l'écorce terrestre.

Cette heureuse tendance a inspiré, dans ces derniers temps, plusieurs ouvrages remarquables, tels que les livres de M. Sievers sur l'Asie, l'Afrique, l'Amérique, et la belle publication où, sous le titre de *Länderkunde des Erdtheils Europa*, M. Kirchhoff a réuni de magistrales monographies de régions dues à MM. Penck, Théobald Fischer, J. Hahn, etc. De telles œuvres témoignent de la haute

(1) Voir nos articles sur *L'Age des formes topographiques* (REVUE DES QUEST. SCIENTIF., octobre 1894) et sur *La Géomorphogénie* (IBID., avril 1895).

culture scientifique qui prévaut en Allemagne dans les cercles géographiques. Mais elles supposent en général, de la part du lecteur, une initiation géologique beaucoup plus complète que celle sur laquelle il est permis de compter dans toute autre contrée que les pays allemands.

Nous voudrions essayer ici de donner une idée suffisante des avantages de la nouvelle méthode, en ne faisant intervenir les connaissances géologiques qu'à dose très réduite, s'il est permis de s'exprimer ainsi, sans pourtant cesser un instant de les prendre pour appui. Nous choisirons pour cela la description de l'Europe, considérée en général, et celle des Iles Britanniques. Pour la complète intelligence des termes que nous aurons occasion d'employer, il suffira de rappeler ce qui suit :

Les terrains de sédiment, qui composent la majeure partie du sol de notre Europe, sont constitués par des couches successives de débris, provenant de la dégradation de la terre ferme, et qui, à chaque époque, venaient tapisser le fond des mers contemporaines. Avec les débris se déposaient les restes des animaux qui peuplaient les mers. Ainsi s'est formée par superposition, à travers les âges, une série sédimentaire très variée, que la considération des fossiles ou restes organiques enfouis a fait diviser en trois grands groupes : *primaire, secondaire* et *tertiaire*.

Le plus ancien groupe, le primaire, a pour base un ensemble entièrement cristallin, qu'on désigne sous le nom de terrain *archéen*. Ce terrain représente-il la croûte primitive, formée par refroidissement à la surface du globe, quand la terre a passé de la condition ignée à celle de planète obscure ? Ou bien n'est-ce qu'une série d'anciens sédiments, que les gaz, les vapeurs et les dissolutions, émanés du foyer central, auraient rendus méconnaissables en faisant cristalliser leurs éléments ? Il est actuellement impossible de le dire. Toujours est-il que c'est sur ce

elles suffiront pour qu'on puisse prendre intérêt à l'essai descriptif qui va suivre (1).

Il est à peine besoin d'ajouter que, dans cet essai, on ne devra pas s'attendre à trouver beaucoup d'indications nouvelles. Ce n'est pas une révélation que nous prétendons apporter ici, mais bien plutôt une coordination systématique de faits déjà connus autour de quelques idées directrices.

On nous excusera donc de répéter ce que plus d'un auteur a déjà pu dire, et de penser néanmoins que même ces redites peuvent gagner beaucoup à être présentées dans un nouveau cadre, tout imprégné de la notion des phénomènes qui ont déterminé les diverses phases de l'évolution géographique.

## APERÇU GÉNÉRAL SUR L'EUROPE.

De toutes les divisions de la terre ferme, l'Europe est celle dont le contour offre les plus profondes découpures. A l'exception de sa limite orientale, la mer y trouve partout un facile accès vers l'intérieur. Cette circonstance est le mieux marquée dans la région méditerranéenne, où, jointe à la douceur du climat, elle a puissamment contribué au rapide développement de la civilisation dans ces parages.

Il y a, du reste, entre le nord et le sud de l'Europe, une différence fondamentale en ce qui regarde le mode de morcellement de la terre ferme. Si découpées que soient les côtes de la Scandinavie et des Iles Britanniques, nulle part elles ne bordent ni n'encadrent de grandes profondeurs maritimes. Au large de l'Irlande, des Hébrides et même des Shetland, s'étend un plateau sous-marin qui va

(1) Cet essai est destiné à faire partie d'un livre que l'auteur publie, en ce moment même, chez l'éditeur Masson, à Paris, et qui a pour titre: *Leçons de Géographie physique.*

pagnées d'effrondements, tandis qu'un léger gauchissement de l'écorce, combiné avec une active érosion par les vagues, peut suffire à rendre compte de l'état des côtes septentrionales, du moins si l'on en excepte la partie qui borde immédiatement l'Atlantique. En effet, cette dernière abonde en *fjords*, structure complexe, à la production de laquelle beaucoup de causes ont contribué, mais où se trahit avant toute chose l'état de crevassement d'un terrain qui a subi un grand effort de rupture.

D'autre part, toutes les hautes montagnes de l'Europe appartiennent à la région méditerranéenne. Il y a un rapport étroit entre la cause qui les a fait surgir et celle qui a déterminé les fosses marines du midi. Dans le nord, en Écosse comme en Norvège, il existe assurément des contrées *montueuses;* mais il n'y a pas de *chaînes de montagnes*. Le terrain se relève assez régulièrement de l'est à l'ouest, si bien que les plus fortes altitudes font directement face à l'Atlantique, par lequel on les voit brusquement tranchées. De là cette sensation de montagnes, que les rivages scandinaves, par exemple, produisent pour le navigateur qui les aborde. Mais l'impression s'évanouit quand, après avoir gravi les pentes abruptes du versant occidental, on se trouve sur de hautes terres d'où, parfois, toute cime est absente aussi loin que la vue puisse porter.

Enfin, autant la partie méridionale de l'Europe présente de variété, autant la bande septentrionale est uniforme, depuis le nord de l'Irlande jusqu'à la Finlande. Partout domine, comme fond, le terrain archéen, façonné en une pénéplaine, qui a été disloquée sur son bord par des cassures récentes, ou accidentée par des massifs de nature éruptive. De plus, toute la partie montueuse de la bande porte des traces manifestes d'une action glaciaire moderne, telle qu'il doit s'en produire là où une glace épaisse et étendue pèse de tout son poids; et au delà règne, dans toute sa netteté, le *paysage morainique,* celui qu'engendre toujours le long stationnement de l'extrémité des lobes

glaciaires. Enfin le bord extrême de la bande, sur les rives de la mer du Nord et de la Baltique, est constitué par une zone de *pays-bas*, où les dépôts des moraines terminales, venues du nord, s'enchevêtrent avec les alluvions de l'embouchure des fleuves coulant en sens inverse.

Entre la zone septentrionale de l'Europe et les pays méditerranéens s'étend, limitée au sud par la chaîne alpine et ses dépendances, une bande médiane, que caractérisent la variété et l'apparente indécision de son orographie. Une série de massifs s'y succèdent comme en chapelet, et les cours supérieurs des rivières s'y enchevêtrent, en quelque sorte, les uns dans les autres. La géologie révèle la cause de cette confusion, dans les obstacles que les mouvements orogéniques récents, originaires du midi, ont éprouvés de la part d'une suite de noyaux archéens rigides, semés en travers de la poussée. En plus d'un point, cette résistance a fait naître des espèces de bassins, enfermés dans une ceinture de bourrelets montagneux, d'où les cours d'eau s'échappent en forçant des brèches. La variété est grande parmi les sédiments secondaires et tertiaires dont cette zone médiane est surtout composée, et qui tous, formés non loin des rivages, dans des bassins assez limités, contrastent avec le caractère pélagique des dépôts plus méridionaux.

Tout ce qui vient d'être dit s'applique à la partie de l'Europe située à l'ouest de la Russie. Mais l'immense territoire compris entre la mer Glaciale et la mer Noire se détache du reste comme une unité à part. Le relief y est insignifiant et d'une remarquable uniformité. Cependant le système hydrographique ne laisse voir aucune indécision. On pressent qu'une très longue érosion a eu le temps d'aplanir le terrain et d'y régulariser l'écoulement des eaux, sans qu'aucun plissement vînt interrompre l'œuvre de nivellement.

Et de fait, la géologie nous apprend à y reconnaître un territoire où les plus anciens sédiments eux-mêmes sont

demeurés horizontaux, tous les efforts orogéniques étant venus mourir contre le bord occidental et méridional de ce môle gigantesque. Tandis qu'au sud des incursions marines toujours tranquilles ont largement étalé leurs dépôts, la grande nappe glaciaire a recouvert, au nord, les deux tiers de la superficie du massif russe. Encore la plupart des accumulations morainiques ont-elles été assez longtemps exposées à l'érosion pour que toute indécision ait disparu de leur surface.

Un fait remarquable est l'indépendance presque complète du réseau hydrographique européen vis-à-vis de l'océan Atlantique. Aucune rivière digne de ce nom n'arrose le versant occidental de la Norvège. La Grande-Bretagne n'en envoie pas non plus dans la même direction. Des deux fleuves français qui s'y rendent, l'un, la Loire, ne le fait qu'après avoir, en quelque sorte, essayé de trouver une issue vers le nord, et encore parce que, durant la fin des temps tertiaires, la mer était venue de l'ouest à sa rencontre jusqu'aux portes de Blois. Quant aux rivières de la péninsule ibérique, à l'exception du Guadalquivir, elles n'arrivent à l'océan que par des gorges étroites, accusant un travail qui ne peut être de bien ancienne date.

Pendant ce temps, les fleuves de beaucoup les plus plus considérables de l'Europe, Èbre, Rhône, Pô, Danube, Dnieper, Don, Volga, se rendent au sud, dans la dépression méditerranéenne ou ses annexes. De leur côté, la mer du Nord et la Baltique reçoivent l'important tribut de la Tamise, de la Meuse, du Rhin, du Weser, de l'Elbe, de l'Oder, de la Vistule, qui tous s'y dirigent sans indécision. Comme si, dans ces deux sens, il y avait eu, de longue date, appel des eaux courantes, tandis que l'issue vers l'Atlantique aurait été tardivement ouverte.

Or, justement la géologie nous enseigne que le Pays de Galles, la Cornouaille anglaise, l'Armorique, la *meseta* ibérique, sont de véritables ruines, restes de massifs autrefois bien plus étendus vers l'ouest, et d'où s'échap-

paient à de certaines époques, notamment au début de la période crétacée, de puissants fleuves venant déboucher sur l'emplacement des Pays-Bas. L'érosion marine a peu à peu rongé ces territoires, et pour tout ce qui dépasse le 55e degré de latitude, les flots de la mer ont pénétré assez tard dans ces parages, trouvant d'ailleurs des côtes trop escarpées pour qu'un réseau de cours d'eau tributaires ait pu faire autre chose que de s'ébaucher.

Au contraire, une grande dépression a toujours existé, longtemps même avec le régime de haute mer, là où se trouve aujourd'hui la Méditerranée ; et lorsqu'aux temps tertiaires presque toute la zone médiane de l'Europe était définitivement émergée, les eaux marines occupaient la place de la bande des Pays-Bas septentrionaux, passant entre la Suède et les collines de l'Allemagne. Le réseau hydrographique créé de ce dernier côté n'a eu qu'à s'allonger vers le nord, à mesure que diminuait le domaine maritime. De là vient la régularité qu'il a su garder. Mais, dans la zone méditerranéenne, les plissements alpins, venant se dresser en travers des artères fluviales, ont amené plus d'une déviation, déterminant parfois des parcours compliqués et semés d'obstacles, comme celui du Danube.

La division de l'Europe en trois zones bien distinctes a exercé une grande influence sur l'histoire de la civilisation dans ces contrées. Favorisées par le soleil et le climat, libres de communiquer les unes avec les autres le long de rivages bien découpés, bordant une mer tranquille et qui n'exigeait pas de longues traversées, les populations méditerranéennes sont rapidement arrivées à un état de culture avancé. Vives comme la lumière qui les éclaire, habituées à contempler des paysages aux éclatantes couleurs, elles ont eu les premières le sentiment des arts. En même temps les volcans, qu'elles côtoyaient, et les tremblements de terre, dont elles ont eu plus d'une fois à

souffrir, leur ont donné, des forces de la nature, une notion plus complète que chez tout autre groupe humain.

Pourtant la zone méditerranéenne n'a pas joui tout entière de ce rapide et complet développement. Le privilège en a été réservé aux rivages maritimes, ainsi qu'aux pays peu accidentés du voisinage. Mais les montagnes, Apennins, Alpes dinariques, Balkans, et les massif anciens, *meseta* ibérique, Rhodope, etc., respectés par les dislocations qui, en créant les fosses méditerranéennes, avaient isolé les péninsules du midi, sont demeurés étrangers au mouvement. Et parce que ces pays, au sol inégal et difficile, n'étaient traversés par aucun fleuve important, ils ont gardé, à côté de la civilisation exubérante de leur entourage, un caractère plus primitif que n'importe quelle autre région de l'Europe du nord.

Dans la zone médiane, la chaîne alpine a longtemps opposé un obstacle difficilement franchissable aux migrations vers le midi : obstacle d'autant plus sérieux qu'après une première occupation de ces contrées par l'homme, le retour final des grands glaciers a dû rendre, pour de longs siècles, inabordables et redoutés, non seulement la chaîne montagneuse, mais ses alentours immédiats. De plus, la division naturelle de cette zone en bassins ou massifs indépendants, presque aussi fermés au nord qu'au sud, a favorisé la constitution de peuplades défiantes, rudes et sévères dans leur genre de vie, attachées à leur sol comme à leurs coutumes, et peu disposées à l'expansion.

Toutefois ces territoires n'ont pas été fermés à la civilisation. D'abord, si quelques-uns constituaient des massifs saillants, d'accès difficile et de sol rude, d'autres étaient de véritables bassins, au terrain fertile, formés par effondrement au centre d'une ceinture montagneuse. De plus, les uns comme les autres livraient passage à de grands cours d'eau, Rhin, Elbe, Danube, etc., par où s'accomplissait forcément l'échange avec le dehors. Aussi

l'histoire de ces régions diffère-t-elle grandement de celle des noyaux anciens de la bande méditerranéenne.

Quant à la zone septentrionale, abandonnée la dernière par les glaces et soumise à des conditions physiques peu clémentes, elle n'offrait du moins, grâce à la bande des pays-bas riverains de la Baltique et de la mer du Nord, aucune barrière aux incursions vers l'ouest. Endurcis contre les intempéries, et habitués à lutter contre une mer souvent déchaînée, que les vents dominants et les grandes marées poussaient avec violence contre leurs rivages, les *hommes du nord*, tout en gardant une nature froide et une imagination tranquille, sont devenus de hardis pirates, aimant à se jeter sur les pays de l'occident, qu'ils pouvaient aborder par terre comme par mer.

Enfin la région française, intermédiaire par sa situation, comme par son relief et son climat, entre les diverses zones de l'Europe, à cheval sur l'Océan et la Méditerranée, bien ouverte à la fois au nord, à l'ouest et au sud-est, était le terrain de rencontre désigné des races les plus différentes. La fusion de ces éléments, jointe à l'extrême variété d'un sol relativement facile, a fixé les destinées d'un pays qui devait tenir une grande place dans l'histoire, et se montrer, avec son rare mélange de qualités et de défauts, le plus attirant de tous ceux qui aient place au soleil.

## LES ILES BRITANNIQUES. APERÇU GÉNÉRAL.

Les Iles Britanniques portent, au plus haut degré, l'empreinte du morcellement par lequel un territoire homogène a fini par être divisé en compartiments distincts. L'ensemble de ces îles est partagé en deux sections, d'ailleurs fort inégales, par une ligne à peu près nord-sud, allant de Newcastle sur la mer du Nord à Exeter sur la Manche. A l'ouest de cette ligne, tout le pays est accidenté,

montueux et surtout fortement découpé. Le climat en est rude, et le sol se relève constamment vers l'ouest, où il touche à l'océan par des falaises capricieusement déchiquetées, contre lesquelles s'acharnent les vagues de l'Atlantique. A l'est, au contraire, s'étend un pays de faible relief, aboutissant à la mer du Nord par des côtes plates et de contour régulier, au sol fertile et partout bien cultivé.

Cette limite orographique est en même temps une frontière géologique de grande importance. Elle marque le bord extérieur d'un massif continental, dont l'océan n'a laissé subsister que des ruines, et qui s'étendait autrefois bien loin vers l'ouest, tandis que sa rive orientale était constamment baignée par les mers secondaires. Le massif ancien lui-même avait pour noyau fondamental un territoire archéen, dont les Hébrides, les Highlands du nord de l'Écosse et une partie du comté de Donegal en Irlande représentent les derniers lambeaux, et qui aujourd'hui encore forme la partie la plus accidentée des Iles Britanniques. Contre ce noyau sont venues se coller des bandes successives de terrains primaires, chaque fois relevées en bourrelets montagneux, et injectées de diverses roches éruptives ainsi que de filons métallifères, puis rabotées par l'impitoyable érosion. Ainsi se sont formés peu à peu les divers districts de l'Irlande et, en Angleterre, le Cumberland, le Pays de Galles, la Cornouaille, avec les trésors de minerais et de combustible minéral qu'ils renferment.

Ce massif ancien, tant de fois disloqué et ressoudé par des injections internes, avait fini par devenir rigide, et ne pouvait plus se prêter à des efforts de plissement. Abondonné au jeu régulier des puissances extérieures, il serait devenu une pénéplaine à peu près uniforme. Et de fait, il a dû passer au moins trois fois par cette condition, durant les temps primaires et après leur achèvement. Mais les dislocations qui, dès le début de l'ère tertiaire,

préparaient l'ouverture définitive de l'Atlantique nord, ont modifié le niveau du territoire en le relevant, d'une façon générale, vers le bord de la fosse qui allait se former, en même temps qu'elles divisaient profondément sa masse, et en préparaient l'émiettement par des cassures parfois tout à fait rectilignes.

Alors les différences de dureté des roches se sont fait jour, mettant les plus résistantes en saillie notable; et comme, d'autre part, les actions volcaniques accumulaient leurs produits, de l'Irlande aux Hébrides, sur le bord de la fente atlantique ; comme, le long des cassures, les compartiments sollicités à s'effondrer jouaient les uns par rapport aux autres, les restes émergés du grand district ancien sont redevenus des pays montueux. On n'y voit pas de chaînes proprement dites ; l'orographie en est confuse au dernier degré, mais le sol n'en est pas moins très accidenté, et produit souvent l'impression caractéristique des montagnes; ce qui se comprend si l'on réfléchit que le relief moyen, pour être peu considérable en lui-même, a cependant, relativement à la superficie du groupe insulaire, la même valeur qu'ont les Alpes par rapport à la surface de l'Europe médiane, ou l'Atlas vis-à-vis du nord de l'Afrique (1).

Dans ces districts, l'existence des hommes, véritables *montagnards*, est restée rude comme le climat, excepté pour les parties où les richesses minérales du sol ont fini par déterminer l'éclosion d'une vie industrielle intense. Ajoutons que les glaces y ont partout fait sentir leur action, adoucissant les contours des éminences et parsemant le pays de produits morainiques qui, formant barrage en travers des cours d'eau, ont engendré de nombreux marécages, bientôt envahis par la tourbe en raison de l'humidité du climat.

(1) J. Hahn, *Kirchhoff's Länderkunde*, Europa.

## L'ÉCOSSE ET SES DÉPENDANCES.

L'Écosse se divise naturellement en trois parties : au nord sont les *Highlands* ou Hautes-Terres, que sépare en deux la remarquable dépression rectiligne du canal Calédonien, au sud de laquelle le pays prend le nom de Monts Grampians. Au milieu viennent les Basses-Terres *(Lowlands)*, c'est-à-dire l'isthme relativement bas qui s'étend d'Édimbourg au delà de Glascow. Enfin le sud appartient à ce que sir Archibald Geikie a nommé les *Southern Uplands* ou Hautes-Terres du midi. A cet ensemble se rattachent trois archipels fortement déchiquetés, les *Hébrides*, les *Orcades* et les îles *Shetland*.

Les *Highlands*, dont le point culminant, le Ben Nevis, atteint 1260 mètres, n'offrent dans l'intérieur ni chaînes de montagnes ni murailles dominantes. C'est un enchevêtrement de cimes, entre lesquelles courent de nombreuses vallées, et surtout de longs sillons remarquablement alignés ou *Glens*. Le plus curieux est le *Glenmore* ou *Grand Glen*, qui traverse le pays de part en part, sans qu'aucun point de son thalweg atteigne 30 mètres d'altitude et sur lequel se trouve le Loch Ness, lac étroit, aux bords escarpés, dont le fond descend à 210 mètres au-dessous du niveau de la mer.

Le Grand Glen, qu'emprunte le canal Calédonien, est exactement parallèle au rivage si rectiligne qui s'étend du Forth à Peterhead, comme aussi au détroit qui sépare l'Écosse des Hébrides. La même direction est bien marquée d'Inverary à la pointe de Cantyre, comme entre Staffa et l'île de Skye. Il n'y a pas le moindre doute que ces sillons ne soient des fentes de dislocation, qui partagent les Highlands en compartiments et semblent en préparer la disparition définitive. Sur le bord atlantique, ces fentes ont donné passage à des laves diverses, dont la sortie, concomitante de l'écroulement qui a fait place à la mer,

a édifié les massifs éruptifs, avec paysages volcaniques caractéristiques, des îles de Mull, de Skye, d'Arran, etc.

La côte occidentale d'Écosse est bordée de *fjords* absolument identiques avec ceux de la Scandinavie. Comme ces derniers, ils ont des profondeurs très variables, offrent souvent des seuils près de leur embouchure, et se partagent en fosses distinctes; de telle sorte que, si le niveau de la mer s'abaissait de cent mètres, plusieurs lacs subsisteraient sur le fond émergé de la partie inférieure des fjords.

Tous ont eu leurs parois dressées par le frottement des glaciers qui les occupaient encore il y a quelques milliers d'années, et par lesquels ont été arrondies et *moutonnées* toutes les saillies rocheuses, en dehors de quelques cimes culminantes, demeurées abruptes parce que la glace en respectait le sommet. Ces mêmes glaciers ont couvert la plus grande partie des Highlands d'accumulations morainiques, dont beaucoup servent de digues à de petits étangs ou *tarns*, à l'eau brune, bien distincts des grands *lochs* ou lacs de dislocation. Autour de ces marais tourbeux s'étendent d'infertiles bruyères, et les bois sont d'une excessive rareté.

A travers les surfaces morainiques, de teinte grise, on voit parfois courir, reconnaissables à la couleur verte de l'herbe, les traînées de graviers connues sous le nom de *kames*, et qui marquent le lit des torrents par lesquels les grands lobes de glace étaient autrefois sillonnés près de leur extrémité libre. En outre, les traces de l'abaissement progressif du niveau des lacs, pendant la retraite des glaces, se révèlent par des terrasses étagées de cailloux, comme les *parallel roads* du Glen Roy.

Le relief de la contrée, résultat d'influences multiples, dont quelques-unes très anciennes (la fente du Grand Glen, le long de laquelle le sol tremble encore quelquefois, était déjà dessinée à l'époque dévonienne), offre toutes sortes de combinaisons, où se traduisent à la fois les

dislocations, les différences de dureté, les accumulations volcaniques ou morainiques, enfin l'érosion glaciaire. Telle montagne élevée, comme le Ben Lawers (1140 m.), est en réalité le fond, respecté à cause de la résistance de la roche, d'un ancien pli concave, tandis qu'à côté un pli convexe démantelé a fait place à une vallée (1). Enfin les laves relativement récentes, par exemple les obélisques de basalte de l'île de Skye, impriment à certains points de la côte occidentale une physionomie tout à fait indépendante de la nature du substratum archéen.

Un fait très important est la constance de la direction des cours d'eau, qui tous s'écoulent vers la mer du Nord. On sent que le drainage de la région s'est toujours fait de ce côté, et cette disposition n'a pu qu'être accentuée par le mouvement qui relevait la côte occidentale, comme contre-partie de l'écroulement atlantique.

Les Highlands proprement dits, sauf leur pointe nord-est, sont constitués par le terrain archéen, et la région des Grampians offre un mélange de schistes cristallins archéens et de terrains primaires très métamorphiques. Mais le promontoire de Caithness, où le sol s'abaisse sensiblement, est formé de *vieux grès rouge* (2) dévonien, qui est venu autrefois s'appuyer contre le pied d'une chaîne de montagne silurienne, la chaîne *calédonienne* de M. Suess. La même formation, accompagnée de *nouveau grès rouge* triasique, garnit les bords de la grande échancrure où se logent les *firths* de Dornoch et de Moray.

Ainsi l'angle rentrant si curieux que forme la côte écossaise, entre les caps Dunscamby et Kinnaird, n'est pas un accident récent ou fortuit. Il était préparé dès les plus anciennes périodes géologiques. C'était un golfe par où les lagunes de la mer dévonienne et de celles du trias pénétraient dans l'intérieur du massif archéen. Ce golfe

(1) Hahn, *op. cit.*
(2) *Old red sandstone* des Anglais.

n'est d'ailleurs que l'origine du Grand Glen d'Inverness; et la preuve qu'il y a toujours eu là une ligne faible du sol écossais est fournie par la présence, sur la côte de Sutherland, de lambeaux déposés par la mer jurassique. Des témoins semblables subsistent autour de l'île de Skye, trahissant un ancien détroit. Ainsi le morcellement des Highlands aurait emprunté de très vieilles lignes de moindre résistance du massif.

La différence qui vient d'être signalée, entre les rivages occidentaux de la pointe écossaise et ceux qui regardent vers l'orient, suffirait à expliquer pourquoi les derniers sont infiniment moins découpés et moins riches en fjords que les premiers; car il est évident que la dislocation et l'érosion n'ont pas pu agir dans la même mesure sur les schistes cristallins des bords du Minch et sur les conglomérats du grès rouge de Caithness et d'Elgin. A cette cause s'en ajoute une autre, peut-être encore plus décisive.

Nous avons dit que les Highlands pouvaient être considérés comme un ancien plateau qui, lors de l'effondrement atlantique, avait dû basculer en se relevant à l'ouest. C'est donc le bord occidental, formant falaise, qui a subi le principal effort de cassure et s'est accidenté ensuite des vallées les plus profondes. En outre les glaciers, qui, s'ils n'ont pas créé les fjords, ont tant contribué par l'occupation de ces sillons à la conservation de leurs caractères topographiques, ont persisté plus longtemps à l'ouest qu'à l'est; d'abord à cause de l'altitude plus forte; ensuite parce que l'alimentation en neige devait être plus abondante là où se dressait le plus haut obstacle en face des vents d'ouest. Toutes les conditions étaient donc réunies pour accentuer la profonde différence de contours qui existe entre les rivages atlantiques de l'Écosse et ceux que baigne la mer du Nord; différence qui, pour les mêmes causes, ne se borne pas à la pointe des Highlands et se poursuit tout le long de l'Écosse.

D'Aberdeen à Greenock, la géologie révèle l'existence

d'une dislocation qui traverse toute l'Écosse, et peut même se suivre au delà, dans l'île d'Arran. C'est là que se fait le passage des Hautes aux Basses Terres. Le long de cette cassure, un ruban de terrain carboniférien commence, qui s'étend jusqu'à Glascow, entre les Grampians d'un côté, les montagnes du sud de l'autre. Non seulement ce bassin atteste une dépression d'âge primaire, où les dépôts dévoniens et carboniériens étaient venus tour à tour se loger ; mais la faible résistance des sédiments qui remplissaient la dépression y a facilité l'œuvre de la dénudation par les eaux courantes. Celle-ci eût été plus complète encore, si diverses masses éruptives, injectées à travers les assises sédimentaires vers la fin des temps primaires, n'avaient mieux résisté à l'érosion que les couches encaissantes; de telle sorte que les débris de ces injections volcaniques demeurent aujourd'hui en saillie, formant les collines de Pentland et en particulier la célèbre éminence d'*Arthur's Seat*, qui domine Édimbourg.

Les Hautes Terres du sud, entre le mont Merrick et les collines de Lammermuir, sont une répétition affaiblie des Grampians. De nombreux plis, alignés du nord-ouest au sud-est (c'est-à-dire transversalement à l'axe orographique apparent de la région), disloquent les terrains primaires, mélangés par places d'archéen. Ces plis, de date très ancienne, appartenant sans doute aux racines de la vieille chaîne calédonienne rabotée, sont sans influence sensible sur le relief actuel, déterminé surtout par la dureté des roches et l'action combinée des eaux et des glaciers. Néanmoins le fait que plusieurs rivières coulent dans la même direction du nord-ouest au sud-est, en traversant tout le pays, indique que la structure tectonique devait commander le réseau hydrographique antérieurement au dernier affaissement des *Lowlands* (1). En plus d'un point d'ailleurs, le terrain des montagnes

(1) Hahn, *op. cit.*

disparaît entièrement sous les bruyères et les herbes qui garnissent le manteau glaciaire répandu sur le pays.

C'est dans les *Hébrides* que le terrain archéen de l'Écosse, autrefois bien plus étendu vers le nord-ouest, s'est le mieux conservé. Là s'observe le *gneiss* dit *fondamental,* sur lequel le grès précambrien de Torridon est venu s'appliquer de l'autre côté du détroit de Minch. Ces îles, dont les cimes culminantes sont toutes collées contre le bord atlantique, ont des rivages découpés, mais avec alignements dominants. Leur intérieur est plat et porte des lacs ou des marécages. Leur aspect, très analogue à celui des îles Lofoten, est essentiellement scandinave. C'est le bord, relevé vers l'ouest, d'une bande en partie effondrée au devant de la côte des Highlands. La profondeur très irrégulière du Minch, où se trouve une fosse de 278 mètres, justifie cette hypothèse. Là encore, il y a influence combinée des dislocations et de l'érosion marine, cette dernière agissant sur une terre déjà démembrée.

Les *Orcades* sont les restes très déchiquetés d'un massif de vieux grès rouge, qui se reliait autrefois à celui de Caithness, s'appuyant au nord-ouest contre un noyau archéen aujourd'hui disparu. Comme toutes les terres écossaises, les Orcades sont plus hautes à l'ouest qu'à l'est, et se montrent accidentées de menus lacs glaciaires. Déchirées par une foule de petits *fjords* et de *sunds,* ne laissant voir absolument aucun dessin dans leurs contours, elles mettent surtout en évidence l'action des vagues, qui découpe le grès rouge en falaises et parfois en aiguilles, où s'accusent à la fois la stratification presque horizontale du grès et sa division par des fissures verticales.

Les *Shetland* diffèrent beaucoup des Orcades. Autant les contours de ces dernières sont capricieux, autant ceux des Shetland sont réguliers dans l'ensemble, laissant prédominer une direction presque nord-sud, qui fait de la plus grande partie de ces îles d'étroites arêtes rectilignes. Les falaises sont exceptionnellement abruptes, plongeant

du pied dans une eau profonde ; et, dans la petite île de Foul, qui est comme le poste avancé du groupe, elles sont coupées à pic sur une hauteur de 300 mètres. La tourbe domine dans l'intérieur, où des surfaces moutonnées se montrent à une grande hauteur, et la nature y est essentiellement septentrionale, comme aussi la population, d'origine franchement scandinave.

On sent, rien qu'au dessin, que ce groupe d'îles ne doit pas appartenir à la même formation que les Orcades ; et en effet, si un peu de vieux grès rouge dévonien s'y montre dans la partie orientale, tout le reste est constitué de schistes anciens fortement comprimés, débris des racines de la chaîne calédonienne qui se poursuivait de l'Écosse au cap Nord. Dans ce massif de très ancienne consolidation, l'écroulement atlantique a produit des cassures franches, qui expliquent l'allure rectiligne des rivages.

## L'ANGLETERRE.

C'est à l'Angleterre proprement dite qu'est exclusivement réservé le contraste de la région occidentale, montueuse et de sol ancien, avec les plaines tournées vers l'orient, et presque exclusivement tributaires de la mer du Nord.

Trois unités doivent être distinguées dans le massif primaire de l'ouest : 1° Le *District des Lacs*, surtout silurien, appartenant à la fois au Cumberland et au Westmoreland, et que borde à l'est la chaîne Pennine, avec ses larges affleurements de carboniférien inférieur, et son ruban de terrain houiller qui s'étend de Newcastle au Derbyshire ; 2° le *Pays de Galles*, principalement précambrien et silurien, avec la bande de même âge du Shropshire, et le terrain houiller du Midland et de Cardiff ; 3° le pays de la *Cornouaille*, où le granite occupe une

grande place, au milieu d'un fond de schistes surtout dévoniens.

Le *District des Lacs*, séparé de l'Écosse par la profonde coupure du Firth de Solvay, est un massif montagneux ancien, dont la principale cime, le Scafell, approche de 1000 mètres, et que l'érosion, complétant l'œuvre des dislocations, a depuis longtemps divisé en lambeaux. Son trait principal est une ligne de dépression centrale, alignée au nord-nord-ouest, et sur laquelle se succèdent, en un double sillon : à gauche et au nord, les lacs Bassenthwaite, Derwentwater, la vallée de Borrowdale et ses prolongements ; à droite et au sud, le Thirlmere et, au delà d'un seuil qui n'a que 240 mètres d'altitude, le Grasmere et le long Windermere. D'ailleurs, les vallées transversales du grand et du petit Langdale accusent, au cœur même du massif, une dislocation à peu près perpendiculaire à la première.

Les lacs, bien connus maintenant depuis la description si précise que vient d'en donner M. H. R. Mill (1), sont tous remarquablement allongés, et du même type que les *lochs* d'Écosse. Ce sont essentiellement des lacs de vallées de fracture, aux flancs raides, où la partie sous-lacustre est souvent le prolongement exact du versant émergé, et parfois même affecte une pente plus forte, jusqu'à son raccordement avec un fond plat. A l'exception d'un seul, dont le niveau est à 211 mètres au-dessus de la mer, tous les lacs ont des altitudes faibles, comprises entre 40 et 145 mètres. Leurs plus grandes profondeurs variant de 21 à 79 mètres, il en est trois dont le fond descend plus bas que la surface de l'océan, notamment le Windermere, le plus extérieur de tous, dont la fosse d'amont a son maximum de profondeur à la cote — 30. Nulle part les eaux ne sont retenues à l'aval par des barrages morainiques, et le profil en long de la partie

(1) GEOGRAPHICAL JOURNAL, Londres, juillet et août 1895.

sous-lacustre fait ressortir des fosses indépendantes, exactement comme dans les fjords.

En somme, la seule différence qu'il y ait entre ces lacs et les lochs d'Écosse, c'est qu'un climat plus doux a chassé les glaciers du Cumberland plus tôt que des Highlands. L'œuvre du comblement des dépressions et de l'adoucissement des pentes y est donc plus avancée, et c'est ainsi qu'ont déjà disparu sous les alluvions les anciens lacs d'Ennerdale, de Borrowdale, de Langdale, etc. C'est ainsi également que s'est opérée la séparation du Derwentwater et du Bassenthwaite, grâce à l'apport continuel des rivières affluentes, pendant que presque partout les versants perdaient leur raideur originelle et que des deltas fluviaux diminuaient l'ampleur des lacs.

Ce travail a atténué la sévérité primitive de la région, et avec l'aide de la riche végétation entretenue par le climat, le District des Lacs a conquis le charme particulier qu'on s'accorde à lui reconnaître. Mais l'origine première des cavités lacustres est la même qu'en Écosse, et doit être avant tout cherchée dans la dislocation d'un massif ancien, sculpté par les eaux courantes et ultérieurement envahi par les glaciers. A l'époque où le comblement des lacs n'avait pas encore commencé, la réunion en une nappe de Thirlmere, Grasmere, Rydalwater, Langdale, Coniston, Esthwaite et Windermere, devait engendrer quelque chose de très analogue au lac suisse des Quatre-Cantons.

Le relief de la région résulte à la fois des cassures qui l'ont morcelée, des différences de résistance à l'érosion offertes par les sédiments primaires, mélangés en ce pays de nappes éruptives et de tufs, enfin de l'action glaciaire. A cette dernière doivent être attribués la plupart des *tarns* ou petits lacs sans profondeur, retenus d'ordinaire par des accumulations morainiques, et presque tous envahis par la tourbe, dont la croissance est favorisée par l'extrême humidité du climat.

M. Mill a fait remarquer que la disposition des vallées du massif est essentiellement rayonnante. Cela donne à penser que le réseau hydrographique pourrait être l'héritage d'un très ancien passé, remontant à l'époque où les cimes, aujourd'hui bien isolées, du Scafell, de l'Helvellyn et du Fairfield, auraient fait partie d'un même dôme, plus tard démantelé par dislocation et érosion.

Sur le flanc oriental du District des Lacs, et à titre de dépendance du massif ancien de l'ouest de l'Angleterre, s'étend la *Chaîne Pennine,* où les formations carbonifériennes redressées engendrent un territoire montagneux (d'où le nom de *mountain limestone* ou *calcaire de montagne* originairement donné au calcaire carbonifère). Ce territoire, bien plus élevé dans l'origine, a réussi à garder encore un relief notable. Il s'étend jusqu'aux monts Cheviots du Northumberland, et les roches tendres du terrain houiller, qui viennent s'y superposer dès Newcastle, adoucissent la topographie de son bord extérieur.

Le *Pays de Galles* offre une constitution très analogue à celle du Cumberland. Plus encore que dans ce dernier district, les influences atmosphériques et glaciaires y ont adouci une topographie qui devait être assez heurtée, et dont les traits, bien indiqués par l'alignement de diverses hauteurs, surtout par la direction du promontoire de Caernarvon, concordent absolument avec ceux des Highlands. Les fjords et les lacs ont été comblés, et ne font plus aujourd'hui que des vallées sinueuses au fond très plat.

Mais l'état de dislocation du terrain a moins contribué à déterminer son relief actuel que la très grande variété des roches qui s'y rencontrent. Aux époques anciennes, le Pays de Galles a été un centre remarquable d'activité éruptive. Les tufs et les laves avaient édifié d'énormes massifs, dont quelques-uns subsistent encore, en partie, à l'état de cimes culminantes, tels que le Cader Idris et le Snowdon (1094 mètres). La résistance offerte par des

laves d'âge silurien a déterminé la direction et la forme de plusieurs vallées, en faisant naître, notamment aux environs de Tremadoc, des paysages très semblables à ceux qu'on peut observer dans les districts volcaniques modernes.

D'ailleurs, si le relief de cette région fort ancienne est encore aussi accentué, c'est qu'il a été rajeuni par le mouvement de bascule qui a dû, lors de la formation de l'Atlantique, relever toutes les terres britanniques vers l'ouest.

Le promontoire de la *Cornouaille* est beaucoup moins varié comme composition que le Pays de Galles; aussi offre-t-il une surface bien plus uniforme, et très analogue à celle de la Bretagne française; d'autant plus que le granite y est abondant. De plus, recevant le premier choc des vagues atlantiques poussées par les vents d'ouest, il est remarquablement découpé par l'érosion marine, surtout aux abords du cap Lizard. En avant du Land's End, les îles Scilly donnent une idée de l'extension que devait avoir autrefois vers l'ouest ce massif aujourd'hui si réduit.

Une protubérance, s'élevant jusqu'à près de 600 mètres, le domine à l'est : c'est le noyau granitique de Dartmoor, masse injectée à travers les schistes primaires. La séparation entre ce territoire et la Cornouaille est très nette, grâce à la vallée rectiligne du Tamer qui, naissant presque à la pointe de Hartland, sur le canal de Bristol, vient aboutir à Plymouth, accusant bien l'absence de toute arête orographique longitudinale dans le promontoire qu'elle traverse.

La *Région anglaise orientale* se détache d'autant mieux, comme topographie, de la bande des terrains primaires, que la jonction des deux territoires se fait par un ruban de roches facilement altérables, appartenant aux systèmes permien et triasique. L'affleurement de ces roches, grès et marnes généralement rougeâtres (d'où le nom de *new red sandstone* ou *nouveau grès rouge,* par opposition au

*vieux grès rouge* dévonien), se traduit par une zone de terres basses.

Au delà de cette bande, où se sont établis la Severn, la Mersey et le cours supérieur du Trent, les divers étages secondaires plongent avec régularité les uns sous les autres, de sorte que leurs affleurements se succèdent en bandes parallèles, en même temps que les différences de dureté font naître une structure en gradins. Aux zones plates, engendrées par l'apparition des couches faiblement résistantes, succèdent des escarpements, au front tourné vers l'ouest, où se montre la tranche des assises dures. Ces dernières sont surtout constituées par les calcaires oolithiques du système jurassique et par la craie blanche.

A partir des crêtes des escarpements s'étendent, descendant doucement vers la mer et appuyées sur la plate-forme résistante, des plaines remarquablement uniformes, qui se poursuivent, les unes à travers les comtés d'York, de Lincoln, d'Oxford, les autres dans le Surrey et le Kent. Cet ensemble est accidenté, à l'est, par les deux dépressions de l'Humber et du Wash, en même temps qu'au sud son allure est un peu troublée par le dôme wealdien, dont il sera question plus loin. Enfin, jusqu'à une ligne qui, de la pointe sud-ouest du Pays de Galles, remonte à Birmingham pour redescendre jusqu'à la limite des pays de Suffolk et d'Essex, les traces du passage des anciens glaciers sont visibles à la surface, sous la forme de l'*argile à blocaux (boulder-clay)*, d'autant plus épaisse et mieux caractérisée qu'on remonte davantage au nord-ouest.

Pour l'intelligence du réseau hydrographique de l'Angleterre orientale, il convient de se souvenir que le pays, dont l'histoire géologique est très simple à dater de la fin de l'ère primaire, a dû traverser au moins trois cycles d'érosion bien marqués (1).

(1) Voir Davis, *The Development of English Rivers*, GEOGRAPHICAL JOURNAL, 1895, p. 127.

D'abord, après les temps carboniférens, toute la Grande-Bretagne, ou à peu près, était émergée, et il s'y dressait des montagnes importantes, dont la chaîne Pennine est un reste. Une assez longue érosion les fit disparaître en grande partie, avant que la mer s'avançât de nouveau jusqu'à la lisière actuelle du massif primaire. Cette transgression marine a d'abord été lente et indécise, ne donnant lieu qu'à des lagunes saumâtres ; mais elle est devenue franche après le trias, et depuis lors le régime marin a persisté, sans jamais perdre d'ailleurs le caractère sublittoral, jusqu'à la fin des temps jurassiques. Alors la contrée a traversé une nouvelle phase d'émersion. La mer n'y subsistait plus qu'au nord, sur un coin du comté d'York. Un fleuve important, né dans les montagnes de l'ouest et suivant à peu près la direction de la Tamise, venait jeter dans la mer septentrionale, entre le Sussex et le Kent, des sédiments d'estuaire, ainsi que des débris de grands reptiles terrestres.

Avec l'inauguration de la série crétacée supérieure, une nouvelle transgression marine s'est manifestée, et la mer de la craie a réussi à s'avancer, au nord pour le moins jusqu'au Wash, au sud-ouest jusque tout près du dôme granitique de Dartmoor. Après la craie a commencé un mouvement de régression, qui a localisé les dépôts tertiaires, plutôt saumâtres que marins, dans deux sillons, le premier vers l'embouchure de la Tamise, le second dans le bassin du Hampshire. Puis, tandis que la mer oligocène envahissait plusieurs régions de l'Europe, elle respectait l'Angleterre, où depuis lors il n'y a guère eu qu'une tentative de submersion très partielle, se traduisant par l'adjonction d'un mince ruban pliocène au littoral du Norfolk et du Suffolk, ainsi que par quelques retours marins sur le bord de la Manche.

Les rivières, qui avaient dû s'établir pendant le cycle post-primaire, ont donc vu leur cours inférieur envahi par la mer lors de l'époque jurassique, après laquelle elles

se sont allongées de nouveau dans la même direction, pour subir encore un raccourcissement avec les temps crétacés, puis un nouvel allongement quand la mer s'est retirée. Dans chaque période d'extension des lits, des affluents ont dû se développer, perpendiculairement au tronc principal, en suivant les affleurements des assises peu résistantes, c'est-à-dire du nord au sud ; et l'activité de ces affluents, variable selon les vicissitudes du tronc qui les recevait, a entraîné tous les phénomènes de capture habituels en pareil cas.

Ainsi l'Humber, qui d'abord venait d'Halifax en suivant le cours actuel de l'Ouse, a vu s'établir, sur l'affleurement des argiles liasiques qu'il traversait, deux tributaires, l'un, le Derwent, qui a réussi à pousser sa tête au nord presque jusqu'au rivage actuel, près de Whitby ; l'autre, le Trent, d'autant plus important qu'il a su capturer la tête d'un tronc plus méridional qui, dans l'origine, débouchait au Wash par la Witham. De là l'importance prise, mais aujourd'hui localisée sur un petit parcours, par l'émissaire définitif.

De cette façon, bien que le drainage de la contrée ait toujours été déterminé par un appel venant de l'est, les cours d'eau coulant de l'ouest à l'est, souvent gênés par le recul de leurs embouchures, sont aujourd'hui dépassés en importance par ceux qui coulent suivant l'affleurement des bandes successives. La seule exception notable est formée par la Tamise ; et cela parce que la rivière a son cours défini par le fond d'un pli concave très net, dans lequel était venu se loger le bassin tertiaire de Londres. Encore le vrai cours de la Tamise, en amont de Reading, doit-il être cherché dans son tributaire, la Kennet. De Reading à Oxford, le fleuve a emprunté un affluent, et, au delà de la dernière de ces villes, il compose son cours supérieur avec la tête d'un ancien cours d'eau ouest-est, aujourd'hui brisé en plusieurs tronçons isolés (1).

(1) Davis, *loc. cit.*

C'est par l'escarpement des calcaires oolithiques, qui se poursuit vers le nord-nord-est, en faisant face à l'ouest, que le bassin de la Severn est séparé de celui de la Tamise. Or, cet escarpement, sous l'effort de l'érosion, n'a cessé de reculer vers l'est, ce qui a constamment accru le domaine du fleuve aboutissant au canal de Bristol. De la sorte, la Tamise a perdu autant de terrain, vers sa source, qu'elle en perdait dans la direction opposée par l'érosion marine qui élargissait sans cesse son estuaire (1), et l'Avon, poussant ses affluents vers l'escarpement en voie de recul, a dû capturer ainsi l'ancienne tête de la Kennet.

Ce rapide aperçu ne saurait avoir la prétention d'épuiser, même en se tenant aux traits les plus généraux, l'histoire des cours d'eau anglais. En effet, les dernières phases de cette évolution hydrographique ont dû être traversées par plusieurs vicissitudes, au nombre desquelles il faut sans doute noter une émersion momentanée du lit de la mer du Nord.

En effet, à un certain moment de l'époque pleistocène, l'Angleterre était en libre communication avec le continent, non seulement parce que l'isthme calaisien n'était pas rompu, mais aussi parce que le niveau des terres septentrionales s'était un peu relevé. M. Jukes Browne (2) a fait remarquer qu'un soulèvement de moins de 74 mètres, qui unirait le nord de l'Irlande à l'Écosse, transformerait du même coup la mer du Nord en une plaine, dont le rivage irait du sud de l'Écosse à la pointe du Jutland, et où le Rhin trouverait son embouchure vers la latitude de Newcastle, après avoir reçu le tribut de toutes les rivières anglaises.

L'idée de cette émersion n'est pas une hypothèse gratuite ; car bien au large de Newcastle, au milieu de la mer du Nord, s'étend le banc sous-marin dit *Dogger*, où

(1) Hahn, *Kirchoff's Länderkunde.*
(2) *The Building of the British Isles*, p. 402.

la profondeur d'eau, partout inférieure à 40 mètres, et en moyenne de 25, s'abaisse parfois à 13. La drague en a rapporté par centaines des ossements de mammouth, de rhinocéros laineux, de renne, etc., qui semblent bien prouver que cette plate-forme était émergée au milieu des temps pleistocènes. De plus, en avant de la côte orientale d'Écosse, s'étend, par quarante brasses de profondeur, le banc dit *Les Longs Quarante,* dont le fond est surtout de gravier et de coquilles brisées. Or, au nombre de ces dernières sont *Purpura lapillus* et *Littorina rudis,* espèces qui ne vivent que dans la zone du balancement des marées (1).

Ainsi, à une époque relativement très récente, le lit des fleuves anglais a pu se trouver démesurément allongé, et tous sont aujourd'hui dans la condition de cours d'eau *tronqués*.

### DÔME WEALDIEN ET ACCIDENTS CONNEXES.

Il nous reste à parler d'un accident fort remarquable qui, dans le sud-est de l'Angleterre, fait naître, au milieu de plaines à fond de craie, une large dépression verdoyante et bien arrosée, au sol d'argile et de sable, encadrée entre deux lignes d'escarpements crayeux. Ces escarpements sont les *North Downs,* tranchés par la mer à Folkestone, et les *South Downs,* qui aboutissent au cap Beachy Head. De l'un à l'autre s'étend le *Weald,* dôme de sédiments infracrétacés qui, vers la fin des temps tertiaires, ont été poussés à travers leur couverture de craie.

Cependant les petits fleuves du sud de l'Angleterre, Itching, Arun, Ouse, au lieu de couler parallèlement au bourrelet des South Downs, le traversent à angle droit et ont leurs sources dans les sables argileux du Weald. Il en

(1) Jukes Browne, *loc. cit.*

est de même, relativement aux North Downs, du Greater Stour, de la Medway et du Darent.

C'est la preuve que ces cours d'eau ont dû prendre naissance, dès l'origine du bombement, par divergence à partir d'une ligne de faîte, qui envoyait les uns au sud, les autres au nord. Bientôt l'axe de la voûte s'est crevé, l'exhaussement faisant des progrès, et l'érosion, élargissant la crevasse, a peu à peu éloigné l'une de l'autre ses deux lèvres, dont l'ensemble dessine aujourd'hui une véritable boutonnière, se refermant à l'ouest vers Peterfield. Ce recul progressif n'a rien changé à la direction des rivières, qui se sont contentées de faire descendre leurs lits en créant des échancrures dans les escarpements des *downs*. L'œuvre de descente à travers ces derniers devait leur être facilitée, au fur et à mesure, par la mise à découvert, au centre du dôme, de terrains imperméables, qui leur assuraient une plus abondante alimentation.

Cependant, vers la fin, quelques branches affluentes ont pris naissance parallèlement à la direction même du bombement, en suivant les affleurements qui s'échelonnaient le long des lèvres de la boutonnière ; ainsi les deux cours d'eau, opposés bout à bout, qui se réunissent à Ashford pour former le Greater Stour ; ainsi encore les affluents supérieurs de la Medway entre Tunbridge, Tundbridge Wells et Reigate.

La boutonnière wealdienne ne se referme pas à l'est. Elle est tranchée net par la côte de la Manche, et c'est en France, dans le Boulonnais, qu'il en faut chercher la terminaison. Les escarpements crayeux qui la limitent, façonnés d'abord par les grandes pluies quaternaires, ont vu ensuite leurs versants s'adoucir peu à peu, pour prendre le profil arrondi et convexe qui caractérise les *downs*.

Le dôme du Weald n'est pas le seul accident récent du sud-est de l'Angleterre. Entre la pointe de Portland et les South Downs débouchent, depuis Poole jusqu'à Ports-

mouth, une série de cours d'eau à larges estuaires, qui tous semblent converger vers l'île de Wight, entourant au centre un district spécial, arrosé de nombreux ruisseaux, et appelé *New Forest*.

Cette convergence tient à ce qu'un bassin tertiaire, aux eaux saumâtres, et de forme elliptique allongée, a justement occupé cette place jusqu'à la fin de la période éocène, appelant ainsi les eaux vers son centre. La terminaison méridionale de ce bassin est remarquablement indiquée par une ligne étroite de hauteurs, qui s'étend de Weymouth au sud de Poole Harbour, et qui, interrompue par la mer, se retrouve en travers de l'île de Wight, où elle explique les deux protubérances extrêmes de cette île, The Needles et Culver Cliff.

C'est un véritable bourrelet, où le terrain crétacé, brusquement soulevé, détermine un plongement rapide du tertiaire sur son flanc nord, et qui témoigne d'un effort de plissement, contemporain de celui du Weald. D'ailleurs, entre ce bourrelet et les South Downs apparaît, au nord de Portsmouth, à titre de pli saillant de second ordre, une autre crête étroite, portant les forts qui défendent la rade, et où la craie a réussi à percer sa couverture tertiaire; de sorte que la position du canal de Spithead, comme de celui de Solent, est nettement déterminée par le pli concave intermédiaire entre les deux bourrelets.

Ainsi, malgré la régularité générale de ses affleurements secondaires, l'Angleterre a ressenti, dans sa partie méridionale, l'effet des mouvements orogéniques qui ont marqué le milieu de l'ère tertiaire; et les dislocations résultantes n'ont pas dû être sans influence sur l'ouverture définitive de la Manche, dont les fosses profondes s'alignent parallèlement à cette direction.

Quant au Pas de Calais proprement dit, c'est une simple tranchée, ouverte par les vagues à travers un massif dont les assises se correspondent exactement d'une

rive à l'autre, et qui, lors des premiers temps quaternaires, formait un isthme, à la faveur duquel les animaux passaient librement du continent en Angleterre.

### L'IRLANDE.

L'Irlande se compose d'une plaine centrale basse, de moins de 73 mètres d'altitude, semée de lacs et de tourbières, et d'une ceinture presque continue de régions montueuses, qui cependant laisse la plaine arriver jusqu'à la mer, d'un côté entre Dublin et Dundalk, de l'autre autour de Galway.

Cette structure est fort ancienne; car la plaine centrale représente une dépression, où le terrain carboniférien était venu se loger, comme la bande des *lowlands* d'Écosse, entre deux massifs, antérieurement plissés et disloqués, de terrains résistants; celui du nord, embrassant les pays de Connaught et d'Ulster; celui du sud, ou de Munster et de Leinster. Comme d'ailleurs les roches du terrain houiller proprement dit, qui garnissaient la partie supérieure du bassin déprimé, étaient relativement tendres, l'érosion les a presque complètement fait disparaître, atteignant leur base, formée de calcaire, de grès et de schistes, que le terrain glaciaire a ultérieurement recouverts.

Le contraste est profond entre la côte occidentale d'Irlande et celle qui fait face à la Grande-Bretagne. La seconde est aussi droite que la première est découpée, Encore faut-il distinguer entre les larges échancrures, qui marquent la rencontre par l'Atlantique de la bande centrale, depuis le Shannon jusqu'à la baie de Galway, et les multiples découpures, aux flancs escarpés et aux éléments bien alignés, que présentent soit les rivages de Donegal, de Mayo et de Connemara au nord-ouest, soit ceux de Kerry et de Kork au sud-ouest. On devine que la

côte occidentale d'Irlande, plus haute en moyenne que celle de l'est, a subi, comme le littoral écossais, l'influence des dislocations atlantiques. Là aussi, il s'agit d'un territoire qui a fait la bascule en s'inclinant à l'est, de sorte que son bord extérieur, relevé et fracturé, a été découpé en fjords là où le terrain était suffisamment dur, en golfes profonds sur l'emplacement des roches tendres.

Du reste, la côte de Donegal est, par son allure comme par sa constitution géologique, la continuation directe du rivage des Highlands d'Écosse, et le pays est traversé par des *glens,* ou coupures rectilignes aussi bien caractérisées que celles de la péninsule calédonienne. Des traits analogues, sous la forme d'une série de fjords parallèles, se retrouvent sur la pointe sud-ouest de l'île, notamment à Valentia. Seulement là, comme dans le Pays de Galles, l'érosion atmosphérique a eu le temps d'atrophier en partie les structures primitives, sous l'influence du climat exceptionnellement humide qui entretient la végétation de la « verte Erin ».

D'autre part, le terrain glaciaire a recouvert la totalité de l'Irlande, si bien que, dans la dépression centrale, on voit rarement à nu les roches carboniférienne, qui dans ce cas se montrent arrondies et moutonnées. La moraine est parsemée de lacs à l'eau brune et d'étangs tourbeux. La multitude des petites flaques d'eau et des tourbières est telle, à la jonction de la plaine avec le massif de l'Ulster, qu'elle suffirait à elle seule pour faire deviner qu'il s'agit d'un dépôt glaciaire De distance en distance s'observent les *eskers,* ou traînées de graviers déposées par les torrents qui sillonnaient l'extrémité des lobes de glace. Même au sud, les barrages glaciaires ont suffi pour engendrer des nappes lacustres étendues, comme le charmant lac de Killarney.

On peut se demander commentil se fait que le Shannon, la principale rivière d'Irlande, au lieu de se jeter à l'ouest, par un pays entièrement plat, dans la baie de Galway,

s'engage au sud dans un massif montagneux, à l'entrée duquel il forme un lac allongé et sinueux, le Lough Derg, avant de trouver une issue vers le long estuaire de Limerick. De même on s'étonne de voir la rivière Barrow prendre sa source dans la dépression centrale, pour se frayer un chemin vers le sud à travers les montagnes de Leinster. Tout cela tient, sans doute, à ce que le réseau hydrographique était dessiné à une époque où la bande carboniférienne, plus haute ou moins encaissée, offrait une surface suffisamment inclinée pour déterminer le sens de l'écoulement vers le sud (1).

Deux particularités distinguent la côte orientale de l'Ulster : d'abord la saillie (plus de 700 mètres) que forme le massif des monts Mourne, constitué par un granite qui paraît être assez récent; ensuite l'aspect exceptionnel des falaises d'Antrim, où de puissantes nappes de basalte ont recouvert un lambeau de craie, complètement isolé de tout autre affleurement de même âge. C'est ce basalte qui, sur le rivage du nord, engendre, par l'affleurement de ses colonnes prismatiques, la célèbre *Chaussée des Géants*.

C'est aussi à une série de roches éruptives, mais plus anciennes, que les montagnes de Wicklow doivent leur relief.

Au point de vue de la constitution géologique comme à celui de la topographie, l'Irlande n'est rien autre chose que la continuation, vers le sud-est, du massif écossais. Le comté de Donegal prolonge directement les Highlands; la plaine centrale irlandaise fait suite à la dépression des Lowlands; enfin la bande méridionale de Munster et de Leinster reproduit divers caractères des Southern Uplands. La continuité originelle de ces divers districts primaires ne peut donc faire aucun doute.

A quel moment la jonction a-t-elle été rompue ? Ce doit être à une époque très tardive ; car en dehors du lambeau

(1) Hahn, *Länderkunde*.

crétacé d'Antrim, aucun vestige des mers secondaires ou tertiaires ne se montre, ni sur les côtes d'Irlande, ni sur les rivages occidentaux de la Grande-Bretagne. De plus, la mer qui sépare les deux îles n'a nulle part plus de 170 mètres de profondeur (110 même entre l'Irlande et l'Écosse); et toutes deux reposent sur un large socle sous-marin, embrassant les Hébrides, les Shetland, la Manche et la mer du Nord, sans que jamais, sauf une ou deux fosses exceptionnelles et très limitées, la sonde y accuse 200 mètres d'eau.

Il semble donc légitime de penser que, non seulement le morcellement du territoire britannique, mais son isolement d'avec le continent, doivent avoir été occasionnés par un ensemble de dislocations, de mouvements généraux du sol et d'érosions marines, dont l'action se serait fait sentir après les temps tertiaires.

Cette conclusion reçoit une grande force de la répartition actuelle des animaux terrestres dans ces parages.

On doit à M. Wallace (1) cette observation que, l'Allemagne possédant 90 espèces de mammifères, la Grande-Bretagne n'en compte que 40 et l'Irlande seulement 22. De même le nombre des reptiles et des amphibies, qui est de 22 en Belgique, s'abaisse à 13 dans la Grande-Bretagne et à 4 en Irlande. Ainsi la migration s'est certainement faite de l'est à l'ouest, rencontrant de plus en plus d'obstacles à mesure qu'on avance dans cette direction. Mais elle était encore facile au début des temps pléistocènes, puisque le mammouth a laissé ses débris en Irlande.

D'ailleurs la preuve qu'à la fin de l'ère tertiaire cette île devait être rattachée à l'Angleterre, c'est que les poissons des lacs irlandais se retrouvent dans la faune lacustre du Cumberland, du Westmoreland et du Lancashire (2). Cette similitude implique une communauté d'origine, qui doit

(1) *Island Life*, p. 319.
(2) Scharff, PROCEEDINGS OF THE ROYAL IRISH ACADEMY, (3), III, n° 3.

être cherchée dans un lac d'eau douce ayant occupé la place de la mer d'Irlande. Or, ainsi que l'a remarqué M. Jukes Browne (1), un exhaussement de moins de 93 mètres ferait naître un isthme entre l'Irlande et le Pays de Galles, et au nord de cet isthme subsisterait un lac allongé, dont un bras septentrional s'étendrait entre les terres écossaises de Cantyre et de Jura, tandis qu'un autre isthme relierait directement le Donegal avec la partie haute des Highlands.

Telle devait donc être la condition du pays au début de l'ère quaternaire. Lors de la dernière des invasions glacières, il est probable que l'Irlande, presque entièrement couverte par les glaces, était inabordable. Cela expliquerait suffisamment pourquoi ni le lion, ni l'ours des cavernes, ni l'hyène tachetée, ni les animaux des toundras, alors répandus en Angleterre, n'ont laissé leurs débris dans l'île-sœur. Pour la même raison, les restes de ces animaux sont absents de l'Écosse.

Le dernière extension glaciaire s'étant partout terminée par une submersion, localisée d'ailleurs dans les pays que la glace avait couverts, l'ancien lac d'Irlande a pu devenir un golfe marin, tout en restant barré au nord par un isthme calédonien, que laisserait apparaître aujourd'hui un soulèvement de moins de 74 mètres d'amplitude. Cet isthme aurait suffi pour permettre le peuplement de l'Irlande par les mammifères d'Écosse (car tous, sauf l'ours gris, sont communs aux deux pays). En revanche, les mollusques terrestres auraient été plus lents à se propager. Aussi, tandis que certaines espèces du genre *Helix* avaient pu passer du continent par l'Angleterre en Irlande, d'autres n'ont pas réussi à arriver jusque-là (2), le canal de Saint-Georges étant déjà ouvert lors de leur apparition dans le sud-est de l'Angleterre, et l'accès de l'isthme du nord étant

(1) *The Building of the British Isles*, p. 396.
(2) Scharff, *loc. cit.*

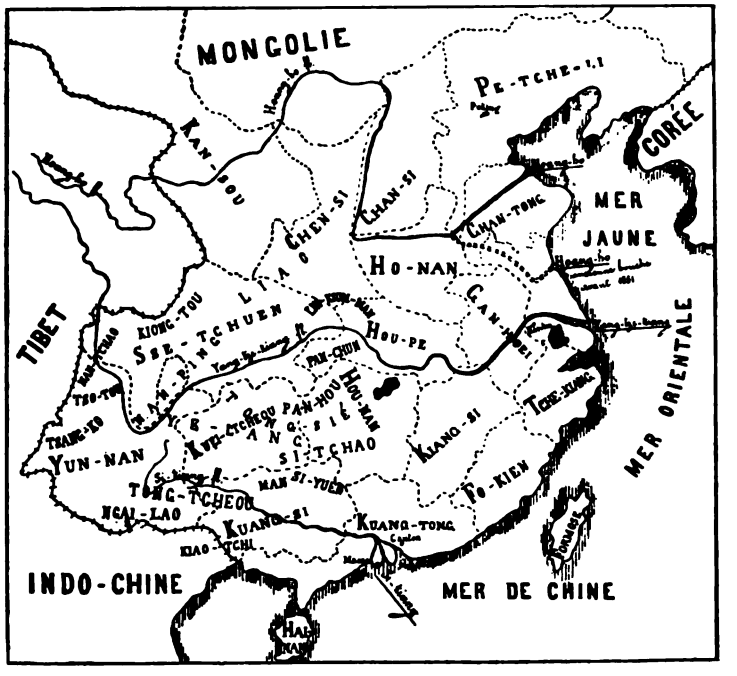
trop difficile pour eux. D'autre part, la rupture de cet isthme est évidemment postérieure à l'occupation par l'homme du sol britannique; et, si l'on admet que l'érosion marine seule en ait fait disparaître une vingtaine de mètres, cela réduit à bien peu de chose le changement de niveau qui a suffi pour en déterminer la submersion.

A. DE LAPPARENT.

---

# CARTE DE LA CHINE.

## TRIBUS INDIGÈNES DU SUD-OUEST AU XIII$^{e}$ SIÈCLE P. C.




### LÉGENDE.

++++++++++++++++++ Limites de l'empire.

- - - - - - - - - - - Limites des provinces.

———————— Fleuves.

NOMS DES PROVINCES.

NOMS DES TRIBUS.

# LES POPULATIONS DU SUD DE LA CHINE

L'ethnographie de la Chine a été, depuis plus d'un siècle, l'objet de nombreux travaux en Allemagne, en Angleterre, en France, en Russie et dans d'autres pays encore. Des voyageurs, des linguistes, des missionnaires s'en sont occupés et ont donné à ce sujet les travaux les plus variés. Cependant les idées les plus fausses règnent encore en cette matière, non seulement parmi le public lettré, mais chez les savants mêmes, et ce sont les travaux dont nous venons de parler qui les ont le plus souvent propagées.

On croit généralement, en effet, que l'empire chinois est habité par une population homogène. Des frontières de la Mandchourie, de la Mongolie à la mer, on ne connaît que des Chinois. On ne fait d'exception que pour certaines tribus habitant les pics escarpés du sud-ouest, dont les unes n'ont été soumises qu'à la fin du siècle dernier, et les autres ne sont même encore que tributaires.

Les Européens qui se font historiens de l'*Empire des Fleurs* racontent, d'après les auteurs chinois, comment les régions au sud du Yang-tze-kiang ont été conquises à la fin de l'ère ancienne, sous les dynasties guerrières des Ts'in et des Han ; comment aussi leurs populations se sont confondues avec celles des provinces septentrionales de la Chine moderne.

C'était là l'opinion générale, c'était l'erreur admise encore il y a vingt ans d'ici. L'honneur de l'avoir découverte et dévoilée revient au M^is^ d'Hervey de Saint-Denis, le

défunt professeur du Collège de France. Il l'avait remarquée en traduisant la partie ethnographique de la grande encyclopédie de Ma-tuan-lin (1), le célèbre érudit de l'époque des Yuens ou Mongols. Là il avait constaté ce fait bien étonnant, et jusque-là inaperçu, que les annalistes chinois avaient, avec une habileté sans pareille, dissimulé la véritable nature des rapports qui unissaient l'empire chinois avec les tribus habitant les pays qui forment aujourd'hui les provinces méridionales de la Chine. Avec cet art propre aux Orientaux, ces annalistes représentaient des princes indépendants comme des sujets de leur souverain.

« De l'est à l'ouest de la Chine, à quelques centaines de lieues au-dessus du Kiang et des frontières du Sze-tchuen, disait le sinologue français, des fonctionnaires chinois gouvernent des populations à peine soumises. Au-dessous de ces limites, des populations entières restent debout, régies par leurs souverains héréditaires, suivant leurs propres lois. L'empereur décore de titres chinois ces princes indigènes; il nomme préfets les officiers barbares préposés par leurs maîtres à la garde de ces places. Le payement plus ou moins régulier d'un tribut et l'acceptation d'un sceau officiel suffisent pour consacrer ces annexions illusoires. En réalité, ces populations restent indépendantes, et l'empire était moins grand presque de moitié au XIII^e siècle qu'aujourd'hui. »

Ces paroles du M^is de Saint-Denis sont d'une exactitude parfaite. On est habitué à ne voir en Chine que des Chinois, et à croire qu'à une époque très reculée les races, les mœurs et les langues étaient identifiées. Il n'en est absolument rien. La race chinoise proprement dite n'a guère pris l'extension qu'on lui attribue.

Venue probablement du centre de l'Asie, elle s'établit

(1) Ma-tuan-lin, fils d'un haut fonctionnaire des derniers empereurs de la dynastie Song, vit la conquête de la Chine par les Mongols. Pendant ces guerres désastreuses, il vécut dans la retraite et l'étude, et compila une encyclopédie en 328 livres qui fait encore l'admiration des lettrés de son pays.

au XXIIIe siècle sur les bords du Hoang-ho, poussant devant elle les tribus qui l'avaient précédée sur ces rivages, et se les incorporant soit par la violence, soit par la persuasion. C'est un fait localement unique, mais fréquent dans les Annales chinoises, que des peuplades barbares, vivant dans le trouble et l'oppression, ou conscientes de leur infériorité sociale, se donnèrent à l'empire chinois pour jouir de son gouvernement paternel et de sa civilisation.

Nous ne connaissons du reste cette histoire que par certains détails qu'il serait trop long et sans utilité de reproduire ici. Tout ce qu'il nous importe maintenant de savoir, c'est qu'au deuxième siècle avant notre ère, la race chinoise ne s'était étendue au midi du Fleuve-Jaune que jusqu'au 33e degré de latitude, c'est-à-dire à la moitié de la distance qui sépare ce fleuve du Yang-tze-kiang. Encore le terrain qu'elle occupait ne lui appartenait-il pas tout entier. Une grande partie du Shan-tong et certaines enclaves étaient encore sous la puissance de tribus barbares.

Au delà du 33e degré s'etendaient deux états barbares : celui de *Ts'ou* au centre et celui de *Wou* à l'est, le long de la mer; et au-dessous de ce dernier en venait un troisième, portant le nom de *Yue*, lequel comme les deux précédents était peuplé par des tribus aborigènes.

Il est vrai que ces trois états, Wou, Ts'ou et Yue, faisaient, aux derniers temps, partie de la confédération des princes chinois, et que leurs rois prenaient part aux assemblées des grands vassaux de l'empire ; mais ils n'étaient point Chinois eux-mêmes, et de plus ils se reconnaissaient comme barbares ou étrangers à la race immigrante, désignée alors par le nom de Hia.

« Nous ne sommes point des Hia mais des Man (1), »

(1) *Man* est le nom que les Chinois donnaient à toutes les populations aborigènes du midi, parmi lesquelles ils distinguaient de nombreuses tribus différentes.

disait l'ambassadeur de Yue au dernier roi de Wou dont il venait de détruire la puissance. « Nos premiers ancêtres avaient la forme humaine, mais les mœurs barbares (1). »

Le royaume de Wou comprenait les parties du Gan-hoei et du Kiang-sou situées au sud du Fleuve-Bleu, et la plus grande partie du Tze-kiang. Celui de Yue occupait le reste de cette dernière province et presque tout le Fo-kien. L'État de Ts'ou s'étendait à l'ouest des deux précédents, le long du Kiang, mais on ignore quelles étaient exactement ses limites au midi et à l'ouest. Au delà de ces bornes et dans les deux sens, tout était barbarie et régions inconnues.

On ignore quel nom portaient les premières tribus qui fondèrent l'empire chinois au XXIVe siècle A. C. Quelques ethnologues avaient cru le retrouver dans une expression qui figure au Shou-king ; tout fiers de leur découverte, ils avaient appelé ces tribus des Baks, et le terme *Baktribes* ou tribus baks était devenu pour eux le nom vainement cherché jusqu'alors. Ces savants ne s'étaient point laissé arrêter par l'opinion traditionnelle et universelle qui donnait à ces mots le sens de *cent gentes* (pour : *toutes les gentes*) (2); ils restaient attachés à leur invention. Mais, comme je l'ai démontré, cette innovation était des plus malheureuses : c'était « le Pirée pris pour un homme », et le nom de *Bak* a dû être rendu à sa vraie signification de *cent* ou de *tous*, exprimant la généralité.

C'est seulement au VIe siècle que nous trouvons un nom donné au peuple ou à l'empire chinois : c'est celui de *Hia* que nous avons cité plus haut. Ce mot signifie également « été, chaleur, beauté variée, développement ». Les Chinois semblent avoir voulu distinguer par ce nom leur

(1) Voir les Mémoires historiques dits *Koue Yu* ou *Discours des royaumes*, livre dernier, t. II de ma traduction.

(2) Les Chinois emploient les mots cent, mille, dix mille, pour indiquer l'universalité.

pays florissant par sa civilisation, des contrées barbares nues et sans beauté.

D'où venaient ces tribus qui avaient précédé les Chinois sur les rives des grands fleuves de l'Extrême-Orient ? A quelle race appartenaient-ils ? C'est que l'on ne sait point et ce que l'on ne saurait deviner. Tout ce qu'on peut dire, c'est qu'elles se rattachent à la race jaune prise dans toute son extension, dont elles forment une branche à part, et qu'elles ont encore comme sœurs certaines tribus que l'on rencontre éparses dans le nord de l'Indo-Chine et même au centre de la grande presqu'île. Des peuplades des Philippines semblent aussi s'y rattacher (1). On a bien conservé quelques débris de leurs langues ; mais ce ne sont que des mots isolés, qui ne permettent pas de reconstruire pour elles un arbre généalogique.

Bien qu'ayant établi leur domination entre les deux rives du Hoang-ho, les premiers Chinois n'y étaient pas les seuls possesseurs du sol. Bon nombre de tribus primitives y étaient restées, les unes entièrement soumises, les autres vassales ou indépendantes. Grâce à l'habile politique des souverains de Hia, ces tribus se fondirent peu à peu dans celles des nouveaux arrivés, et toute distinction s'effaça complètement.

Au XI^e siècle avant J.-C., grâce à la politique suivie par la dynastie des Tchéous (1122-255), la Chine se divisa en une foule de principautés féodales dont les chefs finirent par s'affranchir entièrement du pouvoir royal ne lui reconnaissant plus guère qu'une suzeraineté d'honneur. Il y eut alors une époque de guerres continuelles, qui firent tomber successivement tous les états sous le joug des trois ou quatre plus puissants d'entre eux, et finalement sous le pouvoir unique du prince de Ts'in qui, devenu maître unique du pays, reprit le titre d'empereur *(Ti)*,

(1) Du moins certains dialectes de ces îles se rapprochent des langues préchinoises, pour autant qu'on peut juger par les débris qui nous en restent.

abandonné, par modestie, par la dynastie des Tchéous (1).

Le nouveau souverain étendit sa domination ou suzeraineté sur les trois états barbares méridionaux Ts'ou, Wou (2) et Yue, jusqu'aux limites extérieures du Fo-kien et du Kuang-tong.

En 206, la dynastie Ts'in fut elle-même renversée par la coalition des mécontents, et le premier des Han s'établit à sa place. Pendant les guerres qui amenèrent cette substitution, le Yue, c'est-à-dire le Kuang-tong et le Fo-kien, recouvrèrent leur indépendance.

L'empereur Wou-ti des Han lança contre eux des armées nombreuses qui brisèrent les efforts des peuples soulevés. S'il faut en croire les Annales officielles, la soumission fut complète et la dépendance absolue; mais si l'on scrute soigneusement les termes, on voit aisément que nous sommes encore ici en face d'une vanterie des auteurs chinois. En réalité, Wou-ti partagea le Kuang-tong entre différents princes indigènes, tels que *Kiü-ko*, roi de Yue, *Ngao*, prince de Kien-tching, *Wou-kiang*, de Yue, *To-kiun* et *Tso-hoang-tsong*, généraux de Yue créés princes de Wou-ki et de Hia-fou. Pour mieux donner le change, Wou-ti imposa de nouveaux noms aux principautés remises entre les mains des trois premiers, se donnant ainsi l'air d'en avoir fait des provinces de l'empire. Ces fiefs s'étendaient même fort au nord, car celui de Ngao était au Lin-hoai, c'est-à-dire au Kiang-nan. Quant au Fo-kien oriental, Wou-ti en transporta les habitants au delà du Kiang, et le pays devint un vrai désert.

Dans la suite des temps, ces contrées s'assimilèrent petit à petit aux pays chinois ; les Chinois s'y infiltrèrent par des établissements militaires, des colonies agricoles ou commerciales, suivant la coutume qui leur avait si bien

(1) Le premier souverain de la dynastie Tchéou, le célèbre Wou-Wang, renonça par humilité au titre impérial *Ti* et ne prit que celui de « roi », *Wang*.

(2) Déjà conquis par Yue.

réussi ailleurs, et l'on ne sut plus distinguer les races qui en composent la population.

Aussi ce n'est point d'elles que nous comptons entretenir nos lecteurs. Les renseignements que nous possédons sur ce qui concerne leur état originaire sont trop exigus pour valoir la peine d'un exposé spécial Nous nous arrêterons exclusivement aux tribus qui habitent l'ouest et le sud-ouest de la Chine et quelques régions du centre, dont l'histoire nous est bien connue, et dont les mœurs, à l'époque de leur indépendance et de leur existence individuelle, nous ont été décrites avec assez de détails pour exciter l'intérêt et servir la science.

Ces détails nous sont fournis, comme on l'a vu plus haut, par Ma-tuan-lin, avec une abondance de renseignements qui ne nous laisse que l'embarras du choix, car ils remplissent un gros volume.

Pour que les lecteurs de la *Revue des questions scientifiques* se forment facilement une idée d'ensemble de cette ethnographie, nous donnerons d'abord un tableau général des tribus qui, au XIIIe siècle de notre ère, occupaient encore en maîtresses les provinces actuelles, le Sze-tchuen, une partie du Hou-pe, le midi du Hou-nan, le Kiang-si, le Tche-kiang avec le Yun-nan et les régions méridionales ; puis nous y ajouterons les particularités remarquables de leurs mœurs, de leurs usages, de leurs lois, de leur caractère. Nous nous arrêtons à l'époque indiquée, parce que la conquête mongole qui suivit mit un terme à leur existence séparée sans les détruire, et que, depuis cet événement, nous ne possédons plus que des renseignements épars et si peu nombreux qu'ils ne présenteraient aucun intérêt sérieux. Quant à leur état présent, les relations des missionnaires nous en ont instruits suffisamment. Tout se réduit le plus souvent à des coutumes locales, avec leurs variétés ordinaires, parmi les mœurs générales de

l'empire. Quelques peuplades font exception ; nous en parlerons à la fin de cette étude.

Mais avant d'aborder notre sujet principal, nous devons à nos lecteurs une explication de ce fait, unique dans l'histoire, d'une erreur, prolongée pendant des siècles historiques, sur l'étendue et la puissance d'un grand état. Cette explication est des plus simples : la voici en quelques mots.

Lorsque l'empire chinois était entré en contact avec l'une de ces peuplades préchinoises, si c'était par la guerre, et si l'expédition avait été heureuse du côté des empereurs, pas assez toutefois pour leur permettre d'exiger une soumission complète, le souverain relativement vainqueur construisait quelque citadelle, y plaçait une garnison et un gouverneur chargé de surveiller les agissements des peuplades vaincues, et déclarait la contrée formée en district chinois portant tel nom qu'il lui donnait. Des lors le pays était censé faire partie de l'empire et était cité comme tel, bien qu'en réalité, en dehors de l'enceinte des forteresses, l'autorité chinoise fût sans aucun pouvoir.

Parfois aussi on se contentait d'une reconnaissance de vasselage, dont toute la charge consistait en un tribut ou une série de dons envoyés annuellement à la cour impériale. Il en était naturellement ainsi quand une tribu avait demandé la protection de l'empire contre des voisins ambitieux ou déprédateurs.

En ces divers cas, les chefs de ces peuplades recevaient des titres chinois, et leurs pays étaient censés incorporés à l'empire, bien qu'il n'en fût rien en réalité. Dès lors les historiens chinois parlaient de ces tribus comme si elles eussent été les sujettes de leur souverain.

Les colonies chinoises infiltrées dans les pays barbares furent souvent aussi cause qu'on prit le change sur la situation politique de ces états. Les rapports des colons à leur gouvernement firent croire maintes fois, comme le disait M. de Lacouperie, à l'extension de la domination

chinoise sur de vastes étendues de territoire sur lesquelles elle n'avait aucune puissance (1). D'autres, pour satisfaire l'orgueilleuse ambition du Fils du Ciel, simulaient une apparence de soumission et reconnaissaient plus ou moins sincèrement sa souveraineté.

Du reste, doit-on s'étonner de ces procédés orientaux ? Ne sait-on pas comment l'empereur birman annonça à ses sujets les cessions de territoire faites aux Anglais : « Il était arrivé sur la côte de la Birmanie, disait-il, de malheureux étrangers, affamés, dénués de tout. En son impériale clémence, l'empereur avait daigné leur concéder des terres, sur les côtes de la mer, pour s'y établir et y chercher des moyens d'existence. »

Mais en voilà plus qu'il n'en faut pour éclairer nos lecteurs sur la nature du phénomène dont nous allons voir les conséquences. Nous pouvons maintenant aborder notre sujet. Malheureusement, il ne nous est pas possible d'apporter dans les exposés ethnographiques cette précision que l'on y requiert et que l'on est habitué à y trouver en toute autre circonstance. Il est impossible de délimiter exactement le territoire occupé par les diverses tribus indigènes dont nous allons parler et les établissements chinois formés au milieu d'elles. Les Chinois ne les connaissaient eux-mêmes que très imparfaitement, et se sont fréquemment trompés dans l'appréciation des directions et des étendues. En outre, ces tribus ont fréquemment changé de place, et se trouvent ainsi mentionnées parfois en tel lieu et parfois en tel autre. Souvent aussi les unes sont venues prendre la place de celles qui avaient émigré, ce qui donne parfois lieu de croire à des erreurs qui n'existent pas ou engendre des confusions regrettables. Cependant, tel que nous pouvons le dresser, ce tableau des populations de la Chine méridionale ne sera pas sans intérêt ni sans utilité.

(1) Voir T. de Lacouperie. *Les Langues de la Chine avant les Chinois*, p. 10 de l'édition française.

## I.

### POPULATIONS PRÉCHINOISES DU SUD-OUEST DE LA CHINE.

Ma-tuan-lin, l'illustre encyclopédiste dont nous avons parlé ci-dessus, en distingue une trentaine dont il raconte l'histoire. Quelques-unes ont trop peu d'importance pour que nous nous y arrêtions quelque peu que se soit. Le savant chinois ne leur consacre que quelques lignes. Les autres, qui jouèrent un rôle important dans les annales chinoises, sont au nombre de dix-neuf. Voici leurs noms, leur origine et leur emplacement, dans l'ordre adopté par Ma-tuan-lin.

1. Les *Pan-hous*. Ces barbares habitaient au Hou-nan actuel, dans les districts qui portent les noms de Tchang-cha, Kien-tchang et Wou-ki. *Tchang-cha* est au sud du lac Tong-ting, au nord-est du Hou-nan. *Wou-ki* (ou les Cinq-Vallées) était au département de Shin-tcheou-fou, à l'ouest de Tchang-cha et à la même hauteur. Le *Kien-tchang*, plus à l'ouest encore, s'étendait sur les deux rives du fleuve Wou, occupant une partie du Hou-nan, du Sze-tchuen et du Kuei-tcheou au nord-est. Les Pan-hous étaient donc au cœur même de la Chine.

On ignore l'origine de cette peuplade. Les géographes chinois se contentent de dire qu'ils appartenaient à la race des barbares *Man*. Le mot *Man* est écrit par un caractère chinois qui désigne une espèce de petit ver ; mais il n'y a rien à conclure de cette signification : les Chinois se sont toujours donné le malin plaisir de choisir, parmi les caractères répondant à un son qu'ils veulent écrire, celui qui paraît le plus injurieux. Ils ont encore agi de la même façon quand ils ont dû rendre en chinois les noms des peuples et des pays européens.

Les empereurs des dynasties Ts'in et Han enlevèrent

aux Pan-hous une assez grande étendue de leur territoire, que ces tribus reprirent en partie. Au IIIe siècle P. C., ils conquirent même des arrondissements au nord du Yang-tze-kiang.

Au Ve siècle, leur roi avait étendu sa domination jusqu'au Hoang-ho, et, pour obtenir protection contre l'empire chinois, son voisin immédiat, il avait reconnu la suzeraineté nominale des Tartares Wei qui occupaient le nord de la Chine.

Au VIe siècle, nous les retrouvons en plein Hou-nan.

Au VIIIe siècle, sous la dynastie Tang, ils reçurent de l'empire un accroissement de territoire avec le titre chinois de Tse-chi pour leurs princes. C'est cette pratique qui a trompé tous les historiens et les sinologues. En voyant les princes revêtus de titres chinois, on a cru à l'incorporation de leur territoire. Mais il n'en était rien ; Ma-tuan-lin nous explique la position de ces chefs de tribus d'une manière qui exclut cette hypothèse.

Le plus puissant des chefs Man, dit-il, dont le nom de famille était *Pong*, avait la possession héréditaire du Ki-tcheou divisé en trois et commandait à 17 autres districts. Il nommait les gouverneurs de 19 tchéous et gouvernait lui-même le vingtième. Il les nommait librement et sans aucune ingérence de la cour impériale. Quand l'un d'eux mourait et devait être remplacé, le prince Pong réunissait les autres chefs pour délibérer avec eux. On nommait un descendant, ou un frère, ou un parent du défunt. Seulement, quand la chose était faite, on notifiait la nomination du nouveau gouverneur au préfet chinois voisin, qui en informait l'empereur. Celui-ci faisait remettre à l'élu un brevet revêtu du sceau impérial que le titulaire recevait en se tournant vers le nord, vers le Kiang qui séparait les deux pays. Les troubles du XIe siècle et les incursions de ces barbares contraignirent l'empire chinois à des déploiements de forces extraordinaires ; ils amenèrent l'occupation momentanée de certaines parties

du territoire barbare, et l'introduction de colonies chinoises qui servirent plus tard à l'assimilation. Toutefois, en 1095, la situation devint telle que l'empereur Tchi-tsong décréta l'abandon de ces pays, qui retombèrent tellement sous la domination barbare qu'on ne s'en inquiéta plus. (Ma-tuan-lin, f° 7, l. 5.)

Hoei-tsong, successeur de Tchi-tsong, voulut reprendre la politique d'ingérence. Mais en 1123, le conseil d'état émit l'avis qu'en conférant des titres militaires et civils, en prodigant l'or et la soie, on n'avait fait qu'exciter la cupidité; qu'en donnant des titres élevés, de larges émoluments, on avait rendu les cœurs infidèles; qu'en débarrassant leur sol de ses broussailles, en le défrichant, en se hâtant d'y fonder des villes, on ne faisait qu'augmenter leur prospérité et leur force sans profit pour l'empire;... que les peuples inscrits dans les registres de la population n'y constituaient que des noms vides, dont les magistrats impériaux ne retiraient aucun profit. Bref, le résultat de cette délibération fut que les Chinois abandonnèrent complètement ces régions.

On ne pouvait mieux constater l'indépendance de ces peuples prétendument soumis et incorporés à l'empire, ni la vacuité des titres chinois accordés à leurs princes. S'ils apportaient un léger tribut à la cour impériale, celle-ci en revanche leur prodigait ses trésors, et tout se résumait en un échange de procédés amicaux.

Ce n'est point tout cependant. Un rapport du gouverneur du Hou-nan de l'an 1203 nous apprend que les districts chinois de cette province touchent au territoire des barbares; que les terres de ces derniers dépassent au nord le lac Tong-ting, du côté de l'ouest, et au midi touchent les deux Kouang. Ainsi, au XIII^e siècle, à l'époque de la conquête mongole, le centre de la Chine du côté du sud-ouest appartenait encore aux aborigènes. Il n'est pas besoin de dire que les Chinois n'avaient pu étendre leur puissance au delà de ces régions dans le sens de l'ouest et

du midi. Cela est d'autant plus certain que la répression des incursions dévastatrices se fait toujours par le nord, jamais par le sud ou même le sud-est.

2. Les *Pa* ou *Lin-kiun-tchong* (race de Lin-kiun). Leur origine est également inconnue. La tradition les fait descendre de cinq familles qui habitaient des antres au mont Tchong-li. Ces cinq familles prirent pour chef un prince de la première d'entre elles, qui vivait isolée, et l'appelèrent *Lin-kiun* ou le prince Lin, d'où le nom donné à tout l'agrégat des tribus.

Avec cette seconde peuplade nous pénétrons encore plus avant dans le cœur de l'empire chinois, car elle avait son siège principal au Hou-pe, dans l'arrondissement actuel d'I-tchang-fou, sur le Kiang, au trente et unième degré de latitude, et de là ils s'étendaient sur la région de Pa, le Tchong-khin-fou du Sze-tchuen sur le Kiang, et sur le pays de Liang ou Han, qui comprenait une partie du Chen-si jusqu'au trente-troisième degré.

Vers l'an 330 A. C., le roi de Ts'in (principauté chinoise) conquit, dit-on, la région centrale de Pa. Mais cette conquête consista en l'obligation pour le prince de Pa de fournir chaque année un certain tribut. A la fin du IIIe siècle P. C., un chef de cette peuplade conquit une partie du Chen-si et y fonda un royaume qui compta six souverains de cette dynastie. Ils prirent même le titre d'empereurs.

Ma-tuan-lin n'en dit pas davantage ; on doit en conclure que ces peuples redevinrent tributaires vers le Ve siècle de notre ère, mais qu'ils gardèrent leur individualité.

3. Les *Pan-tchun Man* ou barbares méridionaux (appelés) Pan-tchun. Ce nom de Man est tout ce que nous savons de leur origine. Ils apparaissent pour la première fois au IIIe siècle A. C., quand l'un d'eux tua un tigre blanc qui désolait le pays de Ts'in et reçut pour cet exploi du roi Tchao-siang des privilèges politiques extraordinaires. Il

semblerait que dès lors ils fussent les sujets de ce prince; mais il n'en est rien, car Ma-tuan-lin nous apprend qu'au VII^e siècle leurs chefs avaient établi leur domination entre les quatre fleuves, le Hoei, le Jou, le Kiang et le Han, c'est-à-dire dans l'ouest du Hou-pe et l'est du Sze-tchuen.

Leur puissance oppressive était très grande, dit l'encyclopédiste. Leurs grands établissements comptaient dix mille familles, et les plus petits, mille seulement. Se soutenant mutuellement, ils s'arrogeaient les titres de rois et de princes.

A partir du VII^e siècle, leurs annales se sont perdues, mais le *Tong-Kien*, la grande histoire de Sse-ma-kuang, porte qu'ils remontèrent vers le nord et s'y établirent en se fondant dans la population chinoise; du moins ils ne firent plus parler d'eux. Peut-être figurèrent-ils parmi les tribus tartares qui ne cessèrent de harceler l'empire.

4. Les *Nan-ping*. Ces indigènes appartenaient à la race des Man. Ils occupaient le centre du Sze-tchuen au nord du Kiang; une autre branche habitait l'est de cette province et le nord du Yun-nan. Ils y exerçaient un pouvoir absolu. Vaincus en 1070, ils furent assujettis au payement d'une redevance, et l'empereur Tchen-tsong constitua un district chinois ou tchéou dans leur pays. En 1108, deux nouveaux tchéous furent formés, puis abandonnés. En réalité ces districts n'existaient que sur le papier; mais la hardiesse d'affirmation des historiographes chinois a donné le change jusqu'ici sur leur vraie nature. Et ce qui surprend encore davantage, c'est que ces districts abandonnés avaient été établis à la demande des chefs Nan-ping. Depuis l'an 1108 jusqu'à la conquête mongole, cette tribu disparaît de l'histoire. Sans doute qu'elle n'attaqua plus l'empire.

5. Les *Tong-sié* ou Sié de l'est occupaient, semble-t-il, une ligne étroite de terrain allant du midi du Sze-tchuen au centre du Hou-nan. Ils appartenaient à une race différente de celle des tribus précédentes, sans qu'on puisse la

déterminer en aucune manière. Ces indigènes restèrent indépendants jusqu'au VII^e siècle de notre ère. Vers l'an 640, l'empereur Tang-tai-tsong fit une percée dans leur territoire et y constitua un tchéou, c'est-à-dire rendit ces peuples tributaires. On n'en dit pas davantage.

6. Les *Si-tchao* ou Tchao de l'ouest habitaient au sud des Tong-sié, c'est-à-dire au Kuei-tchéou. Comme eux, ils furent envahis par les Tangs, qui constituèrent leur chef préfet héréditaire, c'est-à-dire que l'on revêtit d'un titre chinois un chef resté indépendant. On ne peut pas déterminer exactement l'espace de territoire qu'ils occupaient. De l'est à l'ouest, il fallait dix-huit jours de marche pour le traverser. Ils appartenaient à la race Man. C'est tout ce qu'on en sait.

7. Les *Tsang-ko*. Avec ces tribus nous arrivons au Yun-nan, dont elles possédaient les régions occidentales, humides et chaudes ; leur origine est encore inconnue. Dès l'antiquité, dit Ma-tuan-lin, ils servaient l'Empire du Milieu : ce qui est impossible, vu qu'ils en étaient séparés par des espaces immenses et des tribus indépendantes ; à moins toutefois qu'il n'aient habité jadis beaucoup plus au nord et qu'ils aient émigré à une époque plus récente. La seule chose certaine, c'est qu'en 620 l'empereur Kao-tsou des Tangs réclama d'eux l'hommage et le tribut.

Vers 846, Wou-tsong reconnut le roi héréditaire de Lo-tien au Kuei-tchéou et celui de Tien. Ces états subsistèrent vraisemblablement jusqu'au XIII^e siècle.

8. Le *Tchong-tchéou*. Les Tsang-ko habitaient l'ouest du Kuei-tchéou ; le Tchong-tchéou en formait la partie orientale. Là était une tribu guerrière qui vécut sans rapport avec l'empire jusque vers l'an 640. A cette époque, ils vinrent d'eux-mêmes faire hommage à la cour des Tangs. En 755, leur chef est signalé comme l'allié de l'empire dans des guerres que celui-ci soutenait dans le midi. Jusqu'en

840, dit Ma-tuan-lin, ces princes offrirent régulièrement le tribut. Ce sont ses dernières paroles à lui ; mais après cela il cite un passage d'un géographe du XII^e siècle où nous apprenons que les peuplades qui habitent depuis l'ouest du lac Tong-ting, au Hou-nan, jusqu'aux Jongs de l'ouest et les terres extra chinoises, sont de vrais barbares. A certain moment, on établit un siège de gouvernement au milieu d'eux, puis on le supprima. Après quoi l'auteur ajoute : On ne connaît guère les noms des tribus habitant au delà du Nan-kiang, ce grand fleuve qui traverse le Kuang-si et le Kuang-tong. La partie méridionale de ces provinces était donc encore au XII^e siècle en dehors de toute relation avec la Chine.

Le même auteur nous apprend qu'au nord de ce fleuve, dans le Kuang-sou septentrional, se trouvait un état de Lo-tien dont le chef fut reconnu en 846 comme roi héréditaire. Plus au sud-ouest, un autre pays, portant le nom de Tze-ki, avait encore son roi indigène et indépendant à l'époque où Fan-chi-hou écrivait.

9. Les *Liao*. Ces peuples, qui appartenaient aussi à la race des Man, sont connus depuis la plus haute antiquité. Ils habitaient d'abord le nord-ouest de la Chine, dans le midi du Chen-si, et le nord-est du Sze-tchuen. Ils s'étendirent de là jusqu'au 28^e degré de latitude et, au IV^e siècle, ils avaient envahi tout le Sze-tchuen, excepté le petit royaume de Chou fondé par les Li.

Les Ts'in, qui régnèrent de 317 à 420, conquirent le royaume de Chou, ce qui amena de fréquents conflits entre l'empire et les Liao, qui finirent par englober ou expulser tous les Chinois établis dans ces contrées. Constamment attaqués par les préfets et généraux chinois, les Liao cherchèrent une protection en se reconnaissant tributaires des Tartares Wei. Au VI^e siècle, ils reconnurent, dans le même but, la suzeraineté de la famille Liang. Les Chinois alors s'introduisirent en grand nombre dans ce

pays, et la situation politique y eut cela de singulier que les Liao vivaient côte à côte avec les Chinois séparés et indépendants : ceux-ci étaient dans les plaines et les villes fondées par eux ; les indigènes, dans les montagnes et les bois. Toute l'histoire du VII^e^ au IX^e^ siècle est remplie d'actes de violences des Chinois et de représailles exercées par les Liao. Au XII^e^ siècle, ces barbares habitaient encore les mêmes lieux où ils vivaient indépendants et sans chef commun; chaque village avait le sien, qui portait le titre de Langho.

10. Le *Yelang*. Les habitants de ce pays appartenaient à la race des Yis, ou barbares de l'ouest ; ils occupaient une langue de terre qui allait du Hou-nan au Yun-nan par le Sze-tchuen et le Kuei-tchéou. Les plus rapprochés de l'empire chinois y avaient été rattachés par l'empereur Wou-ti des Han en l'an 130 A. C. : ce qui signifie que leur roi s'engagea à faire les visites de cour et à payer un tribut. Des tribus voisines de même race entrèrent dans cet accord, mais sans rien perdre de leur existence individuelle. Toutefois les Chinois profitèrent de cette situation pour s'introduire dans les pays vassalisés, y construire des forteresses, y entretenir des garnisons qui terrorisaient ces peuples et provoquaient de fréquentes représailles. L'empire était entraîné par là dans des dépenses d'hommes et d'argent si considérables que Wou-ti lui-même, le monarque guerrier et conquérant par excellence, finit par abandonner les barbares occidentaux et ne conserva que deux cantons au sein des Yis du midi.

Cela nous montre une fois de plus ce qu'étaient, en réalité, ces prétendues conquêtes des Ts'in et des Han.

Autre fait significatif. En 927, le prétendu *préfet* de Tsing-tchéou au pays barbare vint avec cent cinquante chefs faire hommage de vassalité à la cour des Songs. C'était donc non point un fonctionnaire chinois, mais un roi barbare investi d'un titre impérial. Ce qui le prouve

mieux encore, c'est la curieuse circonstance que voici : dans une de ces visites d'hommage faite vers l'an 990, l'empereur Tai-tsong demanda aux chefs du Yelang, par interprète, *comment ils se gouvernaient*. Et ceux-ci expliquèrent au Fils du Ciel que, chez eux, chaque groupe de deux à trois cents maisons formaient un district (tchéou), et que chaque district avait dix chefs ; que leur roi habitait une ville sans rempart, etc. S'imagine-t-on des tribus incorporées à un état dont les chefs ignorent comment leurs sujets se gouvernent ?

Cet état de choses durait encore au moment de la conquête mongole ; le chef d'une famille appelée Song exerçait chez ces peuples une souveraineté héréditaire (1).

11. Le *Tien*. Avec le Yelang nous avions atteint le nord-est du Yun-nan ; le Tien nous amène à l'est de cette province. Il était habité par des tribus de race inconnue auxquelles commandait une famille issue d'un général du royaume de Ts'ou, cet état barbare dont nous avons parlé plus haut.

Le roi du Tien reconnut la suzeraineté de Wou-ti, qui lui laissa son indépendance. Une tentative faite cent ans plus tard pour priver ce chef de son titre royal amena une écrasante défaite des armées chinoises. En 220, l'empereur Heou-tchou rétablit l'état de vassalité du Tien, mais n'y laissa pas même un bataillon de ses armées.

Voilà tout ce que nous savons de ces peuples, qui continuèrent à rester dans ces conditions d'indépendance intérieure.

12 et 13. Le *Kiong-tou* et le *Tso-tou*, dans la partie occidentale du Sze-tchuen et du Yun-nan (N.-O.). Nous en savons très peu de chose ; mais il résulte des indications des cartes modernes que les tribus indigènes de ces contrées sont encore aujourd'hui de simples tributaires. Leurs

(1) Voir *Ma-tuan-lin*, l. 329, f° 5, v, *initio*.

chefs portent le titre de Tou-sse ou chefs de territoire, ce qui indique qu'ils sont en dehors de l'administration de l'empire et de son fonctionnarisme.

14. Le *Ngai-lao*. Avec cet état nous descendons au centre du Yun-nan et au sud-ouest du Kuang-si. Il entra en relation avec la Chine au premier siècle de notre ère, et paya le tribut, mais resta indépendant. Le célèbre général Tchu-ko-liang, qui pénétra sur leur territoire avec une nombreuse armée, se garda d'y laisser un soldat ou un fonctionnaire de l'empire. Plus tard on voulut le tenir davantage sous la dépendance, ce qui entraîna pour la Chine des dépenses en argent et en hommes dont on se plaignait amèrement à la fin du VII^e siècle. On y avait fondé un prétendu gouvernement chinois dont le caractère nous est marqué en 698 par cette phrase d'un rapport du gouverneur voisin : « Qu'on supprime ce gouvernement en le rattachant à celui de Soui (au centre du Sze-tchuen); que les princes indigènes qui l'habitent viennent à l'avenir faire la visite d'hommage, et que les bornes de l'empire restent fixées au fleuve Lou, » le *Ta-ho* actuel.

15. Le *Nan-tchao* formait la partie occidentale du Yun-nan et du Sze-tchuen. Ses habitants appartenaient à une famille particulière de Man qu'on appelait Wou-man ou Man noirs. Ils formaient un état monarchique dont les premiers rapports avec la Chine datent du règne de Kao-tsong des Tangs (650-684). Vers 741, leur chef fut reconnu comme roi et décoré d'un titre chinois. Mais son lointain successeur Tsien-long, en 850, se proclama empereur et prit le titre de Hoang-ti (1), comme les « Fils du Ciel ». Par la suite, des guerres sanglantes et sans résultat eurent lieu entre les deux états; le souverain du Nan-tchao fut à plusieurs reprises reconnu roi sous divers titres, et son indépendance dura jusqu'au temps des Mongols.

(1) Auguste empereur.

16. Les Man de *Li-Yuen*. Jusqu'ici il n'a été question que des populations du sud-ouest de la Chine, dans un rayon qui atteint jusqu'au centre. Avec ces Man, nous arrivons finalement aux provinces du sud, au Kuang-si et au Kuang-tong, qui semblent appartenir essentiellement à la race chinoise. Primitivement elles étaient fixées plus au nord; mais, poussées par les envahissements des armées chinoises, elles descendirent jusqu'à Kuei-ling-fou, au nord-est du Kuang-si. Au VIII^e siècle, nous les voyons soutenir contre la puissance impériale des luttes victorieuses. En 821, sur les conseils de la cour militaire, l'empereur renonça à toute prétention sur les territoires situés au-dessous des monts Ling, qui séparent les deux Kuang du reste du Tchong-koue. Pour cacher leur impuissance, les généraux chinois prétendirent que c'étaient des pays déserts, et que leurs habitants étaient des bêtes sauvages dont il n'y avait pas lieu de s'occuper.

Les guerres n'en continuèrent pas moins entre les deux états. Parfois certaines tribus demandaient à faire hommage à l'empire, parce que leurs chefs désiraient obtenir des titres, de riches présents, une protection contre des rivaux ou des adversaires; mais cette vassalité ne compromettait nullement l'indépendance de ces peuplades qui continuaient à se gouverner elles-mêmes; cet état de choses dura jusqu'aux Mongols.

17 et 18. Les Man de *Nan-tan* et de *Fou-schoui*. La mention de ces deux peuplades achève l'énumération des tribus principales du Kuang-si. Toutes deux en occupaient la partie septentrionale, la première au cœur même de la province, à Kin-yuen-fou, la seconde au nord et nord-ouest de ce district. Ma-tuan-lin mentionne exceptionnellement la parenté des Man de Nan-tan avec les Ki-tong du Sze-tchuen; mais cela ne nous avance guère.

L'une et l'autre n'eurent aucun rapport avec l'empire avant la fin du X^e siècle. Depuis lors, leur histoire est celle

des autres tribus : hommage rendu à la cour impériale et payement d'un tribut, en échange de titres et de riches présents ; refus de continuer ces actes de vasselage, lutte avec succès divers. De 1133 à 1211, les rois de Nan-tan se succèdent par des actes de violence, sans que l'empereur intervienne à aucun titre.

Les gens du Fou-schoui firent preuve de plus d'indépendance encore. En 984, ils envahissent le territoire chinois et forcent l'empereur à reconnaître leur souverain comme roi du pays qu'ils occupaient. En 1077, nouvelles incursions, que les armées impériales réprimèrent sans oser sortir de leur territoire.

Après des invasions réitérées, les tribus du Fou-schoui finirent par s'allier aux Chinois, et tandis que toutes les parties de l'empire étaient infestées de brigands qui saccageaient tout, le Kiang-si fut constamment à l'abri de leurs coups, grâce à la vaillance de deux chefs fou-shouiens, Ling et Lo, qui leur firent une guerre acharnée et victorieuse.

19. Le *Kiao-tchi*. Nous passons sous silence quelques petites peuplades qui habitaient les provinces méridionales et occidentales de la Chine actuelle, pour terminer par un état assez considérable, qui forme l'extrême limite de notre terrain d'étude.

Cet état comprenait les territoires allant du Lien-tchéou au nord-est du Kuang-tong (à quelques lieues de Canton), à travers le Kuang-si, jusqu'au Tong-king et à la Cochinchine. C'est celui qui était situé le plus à l'est des terres barbares du sud. Il avait été en partie formé des débris du Nan-yue, conquis par Wou-ti des Han, comme on l'a dit ci-dessus. C'est ici surtout que nous voyons en quoi consistaient ces prétendues conquêtes qui passent pour avoir assuré la domination chinoise sur ces régions du sud. Wou-ti avait fait neuf Kiun ou principautés de ce qui avait été le Yue méri-

dional. Mais la puissance du Fils du Ciel était si peu établie sur ces pays, qu'en 920 un chef de localité (*Tou-ho*) s'empara de la domination des Kiun, et l'empereur se contenta de l'hommage ordinaire du vasselage indépendant.

En 965, un autre chef du nom de Li-ho-shun vainquit tous ses rivaux et se proclama « le grand roi victorieux », *Ta-shing-wang*. Ses successeurs tantôt firent hommage de leur principauté, tantôt firent la guerre à l'empire et agirent en souverains maîtres. Il est très curieux de lire le rapport que fit, à Tai-tsong, son envoyé Song-hao, chargé de porter au roi du Kiao-tchi ses titres et les présents de la cour suzeraine. C'est celui d'un ambassadeur étranger au milieu d'une population qui ne reconnaît aucunement l'autorité du souverain qui l'a député vers elle. Rien n'y appartient à son maître ; il n'y rencontre ni un soldat, ni un représentant de la Chine ; il n'y commande à quoi que ce soit.

L'histoire du Kiao-tchi se continue ainsi jusqu'au XIIIe siècle, attestant l'indépendance de cet état. Son roi s'intitule *Tien-wang*, le roi institué du ciel, et même *Tien-tze*, fils du ciel, comme les empereurs chinois. La conquête mongole seule, survenue peu après, parvint à niveler toutes ces hauteurs et à unifier les provinces qui forment la Chine moderne.

Il reste cependant dans les montagnes quelques tribus qui surent y maintenir leur liberté, et l'on peut encore lire aujourd'hui sur les cartes de la Chine, dans des enclaves comprises entre le Kuang-si et le Kuei-tchéou, ces mots significatifs : *Miao-tze indépendants*, ou dans les régions voisines du Tibet : *peuplades tributaires*.

Nous terminerons ici cet exposé, bien long peut-être, mais nécessaire pour donner une idée exacte de l'ethnographie chinoise. Résumons-en les résultats auxquels des témoignages historiques donnent de la certitude.

Jusque vers le IIe siècle avant notre ère, le centre et tout

le sud de la Chine actuelle appartenaient entièrement aux tribus préchinoises qui les peuplaient. Au centre et à l'est, ces populations avaient déjà adopté en grande partie les mœurs chinoises qu'elles s'assimilèrent assez facilement, tout en conservant leur physionomie spéciale.

Le reste des provinces centrales, du sud-ouest et du sud, restèrent aux mains des barbares et conservèrent leur liberté comme leurs mœurs primitives, la plupart jusqu'au XIIIe siècle, si pas jusqu'au XIVe. C'est alors seulement que le joug de fer des Mongols détruisit leur indépendance et que l'assimilation commença effectivement. Elle avait été déjà plus ou moins préparée par l'infiltration si habilement ménagée par la diplomatie chinoise. Là où les armées chinoises ne pouvaient établir la domination de leur maître, elles introduisaient dans les plaines des colonies qui y fondaient des établissements, des villes même et des forteresses. Là Chinois et barbares vivaient côte à côte sans se mêler, mais non sans exercer de l'influence les uns sur les autres.

Le géographe Fan-chi-hou nous donne en ces termes une idée des procédés chinois chez les peuples que leurs armées avaient vaincus et non soumis : « On organisait leur territoire, on divisait leurs établissements en divisions régulières auxquelles on donnait pour gouverneurs leurs chefs les plus braves. Tout y était établi comme parmi des peuples indépendants, vivant sous leurs propres lois et sous des chefs indigènes. Seulement, dans l'une ou l'autre ville, l'empire plaçait un gouverneur et une garnison pour prévenir ou réprimer les luttes armées. »

A l'égard des grands états barbares, l'empire procédait plus modestement et se contentait d'hommages platoniques.

Depuis le XIVe siècle, la civilisation chinoise s'est étendue sur tout le midi de l'empire. Toutefois le caractère des peuples n'est pas entièrement éteint, et l'on ne doit pas

s'étonner si c'est au Sze-tchuen, au Yun-nan et dans des régions analogues que les révoltes et les actes de cruauté sont le plus fréquents.

Mais on le comprendra mieux encore quand nous aurons fait connaître les mœurs de ces populations préchinoises dont nous venons de donner l'aride tableau.

## II.

### MŒURS DES TRIBUS INDIGÈNES DU MIDI DE LA CHINE.

Nous n'entendons point naturellement reproduire tous les faits que nous pourrions puiser dans l'encyclopédie de Ma-tuan-lin. Nous nous bornerons à ceux qui concernent les tribus les plus importantes et présentent le plus d'intérêt.

1. *Mœurs des Pan-hou-tchong* (Voir p. 52). Ma-tuan-lin s'attache principalement aux tribus de cette race, appelées Yao, et voici ce qu'il en dit d'après le géographe Fan-chi-hou.

Ces barbares, qui habitent depuis l'ouest du Sze-tchuen jusqu'au lac Tchong-ling, jusqu'aux extrêmes limites du Hou-kuang, dans les montagnes et les profondes vallées, se distinguent par les coutumes suivantes :

Ils nouent leurs cheveux au-dessus de la tête en forme de marteaux, et ne portent point de chaussures. Leurs vêtements sont faits de toile ou de laine aux couleurs variées.

Les familles des Yao sont réunies en groupes formant des villages. Ils couvrent leurs maisons de feuilles d'arbres; ils cultivent le grain, le riz, le millet, la fève et le topinambour. Ils cherchent à varier leur nourriture ; ils font des tuyaux de bambou pour souffler le feu. Ils se procurent aussi leur nourriture par la chasse des animaux sauvages

des montagnes, et pour cela ils parcourent à tout risque les rochers les plus périlleux.

Ils portent de lourds fardeaux sur leur dos; ils les y retiennent par une corde passée sur le front, et courent ainsi bien que courbés. Ils commettent sans peine des meurtres par inimitié, et s'y laissent facilement aller sur un simple soupçon. Ils supportent aisément la faim quand ils font la guerre.

Un long glaive pend à gauche de leur ceinture ; sur l'épaule droite, ils tiennent une arbalète, et de la main droite une longue lance. Ils gravissent et descendent les hautes montagnes avec la légèreté des oiseaux.

Dès qu'un garçon sait marcher, on lui brûle le talon et la plante des pieds avec un fer ou une pierre chauffés au rouge. On les rend ainsi durs et insensibles, en sorte que les hommes puissent marcher sur les épines et les cailloux aigus sans se blesser.

Dès qu'un garçon vient à naître, on le pèse avec un poids de fer (pour augurer de sa force de constitution), et on le lave avec une eau teinte d'un poison (1). Quand il est devenu grand, on forge de ce poids de fer un glaive dont le jeune homme se servira jusqu'à la fin de sa vie. Il l'éprouve d'abord en abattant un bœuf, qu'il doit frapper à l'épaule. Si d'un seul coup il tue l'animal, ce glaive est réputé d'excellente qualité.

Leur arbalète s'appelle *renkia* ; ils la tendent avec les pieds, et en tirant ils sautent et bondissent. Ils tiennent leurs flèches de la main retournée, et atteignent généralement leur but.

Leur lance, appelée *tiaotsiang*, est longue de plus de deux tchangs ou vingt pieds.

Au combat, ils forment un rang d'arbalétriers, puis un de lanciers ; ils avancent en se soutenant l'un l'autre. Les porteurs de lances se tiennent en arrière pour ne point

(1) Termes incertains.

entraver les arbalétriers. Ceux-ci tiennent leur glaive entre les dents et tirent de la main. Si l'ennemi les presse, et que les lanciers ne puissent les défendre, ils jettent leurs arbalètes, prennent leur coutelas de la bouche et frappent avec violence pour se dégager. Le danger écarté, ils reforment leur rang.

Ils ont d'autres arbalètes cachées en cas de retraite. Leurs soldats ont aussi des arcs habilement pourvus de pointes avec lesquels ils se défendent sans se laisser vaincre.

Au commencement de l'année, ils sacrifient à Pan-hou (1) et lui offrent, mêlés, du poisson, de la viande, de la liqueur et du riz dans un vase de bois.

A la nouvelle lune du dixième mois, ils se rassemblent pour sacrifier au grand roi Tou-pei. Filles et garçons se rangent en ordre, et, se tenant par la manche, ils dansent en s'entraînant l'un l'autre. Quand un couple est d'accord, le garçon saute en criant et riant; alors la jeune fille le prend sur ses épaules et s'en va portant celui qu'elle aime. Ainsi ils deviennent mari et femme, sans l'intervention des parents qui n'ont rien à y dire. Cette pratique se renouvelle l'année suivante. Quand une jeune fille est restée trois ans sans avoir trouvé un mari, ses parents veulent généralement la tuer comme une créature abandonnée, rejetée de tous.

(1) Pan-hou est l'auteur légendaire de la race dite *Pan-hou-tchong*. Son histoire, si elle a quelque réalité, est mêlée des plus grossières fables. L'empereur Tikou, qui régna de 2457 à 2367 (?), ne pouvant se défendre des barbares Kiuen-jong qui infestaient ses états, promit sa fille cadette en mariage à l'homme qui lui apporterait la tête de Wou, le chef de ces brigands. Ce fut un certain Pan-hou, barbare au service du monarque chinois, qui accomplit ce haut fait et obtint la main de la princesse. Il alla s'établir dans les monts du midi et y fut le père de la race qui porte son nom. Cette légende cache probablement le fait d'une victoire remportée par des barbares dont le chef se fit donner une princesse chinoise comme épouse. Pan-hou appartenait aux tribus des *Kiuen-jong*. Il est qualifié de *Tcho Kieu* ou « chien domestique », c'est-à-dire « serviteur », et ses concitoyens aimaient les vêtements de cinq couleurs De là est venue la fable que les Pan-hou-tchong descendaient d'un chien au poil de cinq couleurs.

Pour faire de la musique, ils ont des tambours de cuivre, des gourdes, des espèces de flûtes droites et à plusieurs tuyaux. Quand tous ces instruments jouent ensemble, c'est un tapage comme un bruit de combat. Un tube de bambou sert à battre la mesure. On danse et on saute autour d'un arbre appelé *lün*. Ils chantent et se répondent.

A la fin de l'année, des groupes, musique en tête, pénètrent dans les districts et les cantons chinois ; ils frappent aux portes et demandent de l'argent, du riz, de la liqueur ; puis ils brûlent tout cela pour chasser les démons.

Dans les régions montueuses, les terrains arables sont peu étendus, la pluie est rare, et la moisson de céréales manqua un jour ; alors, la famine se faisant sentir, les barbares sortirent de leurs limites dans les quatre directions, et se répandirent sur les terres chinoises en mendiant des mesures de grain pour échapper à la mort. Aussi cette manière de se pourvoir sans travailler devint un jeu pour eux, et quand il survint une année d'abondance, ils continuèrent à vagabonder.

Nous avons dit précédemment que les barbares se civilisaient au contact des Chinois introduits parmi eux et que l'assimilation des deux races se faisait de cette manière. Mais le contraire arrive aussi, comme nous l'apprend Fan-chi-hou.

« Les Chinois des provinces voisines des Yao adoptent souvent leurs mœurs, leurs dispositions, leurs usages ; ils deviennent forts comme eux, pratiquent leurs industries, se confondent et contractent mariage avec eux. Parfois ils apaisent leurs querelles en les prenant pour arbitres, et leur donnent pour cela des terres qui leur ont été abandonnées par l'empire. Parfois les barbares apprennent à connaître les routes et à commettre de nombreuses déprédations contre lesquelles leurs voisins ne savent point se défendre. Ils dévastent les champs et les maisons, pillent

les greniers et les étables et tuent le bétail. Il n'est point d'année où ces faits ne se produisent.

» Ils arrivent à l'improviste sur des canots de bambous, allant et venant comme des tourbillons. Dès que leurs victimes sont averties de leur arrivée, ils s'enfuient et rentrent dans leurs cavernes, sur des hauteurs où les armées régulières ne peuvent pénétrer. On peut seulement, en distribuant les postes, garder les issues, mais les montagnes ont tant de gorges et de sentiers qu'il est impossible de les occuper tous. Si ce blocus durait, il coûterait d'énormes efforts et des frais trop considérables.

» En outre, s'ils étaient privés de toute communication avec les contrées chinoises limitrophes et tenus enfermés dans leurs montagnes, ne pouvant plus se procurer les moyens de se nourrir, se ruant sur tout sans plus craindre la mort, ils bondiraient hors de leurs retraites et causeraient d'horribles désastres.

» Leurs relations avec les Chinois ne sont pas non plus sans inconvénient. S'ils sont trompés dans un contrat, ils viennent se venger et souvent commettre des meurtres ; il en résulte tout au moins de longues inimitiés et des querelles dangereuses. »

Comme dernier trait curieux des mœurs des Pan-houtchong, citons le récit d'une entrevue qui eut lieu à la fin du XII^e siècle.

A l'occasion de la fête de l'empereur, plusieurs chefs étant venus dans les villes chinoises présenter leurs félicitations, on leur donna un grand festin, ce qui leur causa une extrême joie.

Quelques mois plus tard, le chef de tous les Yao, nommé Yuen-tai, accompagné d'une suite de dix hommes, vint remercier les autorités chinoises. Ils étaient tous vêtus de robes rouges, et portaient des bâtons tranversaux pour tenir leur chevelure. On leur servit un repas dans des plats d'argent. On leur fit présent de soieries, de

sel et de vin. De leur côté, ils firent en s'en allant le serment que voici :

« Nous tous qui gouvernons les habitants des montagnes, nous retiendrons par la force nos fils et nos neveux (pour les empêcher de nuire à nos voisins). Les hommes venant avec leur bâton, les femmes avec leurs instruments de filage, pourront aller et revenir sans provoquer aucune querelle. Au-dessus de nous est le soleil ; sous nos pieds est la terre qui nous abrite. Si quelqu'un manque à ce serment, s'il engendre un fils, que ce fils devienne un âne ; si c'est une fille, qu'elle devienne un porc ; s'il forme une famille, une maison, qu'elle périsse... Le contrevenant subira la loi des montagnes. La loi des montagnes le condamne à mort. »

Ma-tuan-lin signale aussi ces traits de mœurs remarquables de la tribu de Si-nan-fan :

Le mari et la femme habitent séparément. La demeure de la femme est profondément retirée et cachée ; elle ne peut de là voir personne. Quand un mari visite sa femme, il suspend un glaive à la porte et puis entre. Quelquefois ils se retirent dans les montagnes pour ne point souiller leur demeure ; autrement, ils penseraient que les esprits les frapperaient de calamités diverses.

Les Man n'ont jamais nui à personne, n'ont jamais fait tort à qui que ce soit ; c'est pourquoi on ne peut savoir quels ont été leurs faits et gestes... Les hommes se distinguent par leur vigueur, les femmes par leur propreté.

2. *Mœurs du Tong-tchéou au Kuang-si* (page 57). Ces barbares étaient connus, parce qu'ils venaient vendre des chevaux dans les oasis chinoises. Voici comment les géographes chinois les décrivent :

Ils sont de taille élevée, aux yeux enfoncés, noirs de peau et aux dents blanches. Ils lient leurs cheveux autour d'un bois au moyen d'une étoffe bigarrée. Ils portent des vêtements courts et vont pieds nus ; un large chapeau leur

sert de couvre-chef. Aux oreilles, ils portent des cure-dents, et des anneaux d'or leur ceignent le bras ; par derrière, un long coutelas ; à la ceinture, une arbalète avec un carquois plein de flèches ; sous le bras, une boîte de cuir pendant au côté.

Depuis la poitrine jusqu'aux hanches, ils se serrent d'une bande de fils de chanvre qui leur aide à mieux se tenir à cheval. Quand ils veulent attraper un cheval en liberté, ils lancent un long lacet qu'ils lui passent adroitement au cou et s'en rendent maîtres.

Leurs sabres, longs de trois pieds, sont très aigus et tranchants ; ils viennent du pays de Ta-ti (au Yun-nan).

Par nature, ils aiment une exquise propreté. Si plusieurs mangent ensemble à un même plat et avec une seule cuiller plantée au milieu, ils posent près d'eux un vase plein d'eau; et comme chacun mange à son tour, ils plongent la cuiller dans l'eau chaque fois qu'elle change de main. Bien plus, ils placent le riz en boulettes sur la cuiller et le font sauter dans la bouche sans toucher l'instrument, ce qui dégoûterait les autres (1). Leurs repas sont exigus ; pour boire de la liqueur, ils prennent un seul verre. Cette modération dans les repas leur est imposée par le serrement des flancs qu'ils produisent au moyen de la corde dont il a été parlé ci-dessus.

Ils assaisonnent leurs plats avec différentes épices ; mais il ne mangent pas de viande de truie.

Après le repas, il se brossent les dents et les conservent ainsi toujours très blanches. Ils ont en horreur toutes les odeurs d'objets corrompus ; ils enterrent et recouvrent avec soin tout ce qui sent mauvais. Aussi les Chinois du Yong-tchéou emploient ce moyen-ci pour couper court aux querelles : ils jettent à terre un vase d'ordures, qui se brise

(1) On comprend que cela étonne les Chinois, habitués à manger au même plat, à prendre les aliments avec la main, à répandre même les sauces sur la table sans se préoccuper beaucoup de la propreté.

et les répand ; aussitôt nos prétendus barbares sautent en arrière, remontent à cheval et s'enfuient.

3. *Mœurs des Liao* (p. 58). Ces indigènes n'ont pas de nom de famille ; ils ne portent même aucun nom personnel. Tout membre d'une famille, de quelque sexe ou de quelque âge que ce soit, est désigné par un numéro d'ordre. Ils font leurs maisons en accumulant des troncs d'arbres appuyés contre d'autres arbres. Ils leur donnent plus ou moins d'étendue selon le nombre des membres de la famille, des habitants de la maison. Chacune a son chef qui y commande et y entretient l'ordre. Quand le père meurt, un fils lui succède, comme dans les communautés de l'Empire du Milieu.

Les rois Liao ont un tambour et une couple de cors qu'ils font porter par leurs fils ou leurs frères cadets qui en sonnent devant eux. Les Liao se plaisent au meurtre et au brigandage. Ils entrent vite en colère, et alors ils sont comme des bêtes sauvages ; les pères et les fils ne se connaissent plus. Celui qui parvient à saisir le premier un glaive, un couteau, s'en sert immédiatement pour frapper, pour tuer l'autre. Le fils qui a tué son père fuit d'abord hors de la communauté ; mais quand il est parvenu à se procurer dix chiens pour les donner à sa mère en réparation du meurtre, il peut revenir ; la mère accepte cette réparation et ne conserve plus de ressentiment, et ils vivent dès lors en paix. Ils mangent le cadavre de l'homme qu'ils ont tué dans les attaques.

Les prisonniers qu'ils font dans leurs incursions de pillage, ils les vendent comme des chiens, sans en excepter leurs parents.

S'ils perdent un enfant, ils pleurent une fois, puis cessent complètement.

L'esclave vendu pleure, crie, cherche à s'échapper, assaille même son vendeur. Si on le poursuit, qu'on le rattrape et qu'on parvienne à le garrotter, alors abattu, vaincu, il ne pense plus à sa liberté.

Ces barbares n'ont d'autres armes que le bouclier et la lance ; ils ne connaissent point l'arc et les flèches. Ils emploient le bambou pour faire des flûtes dont ils jouent, réunis en bandes, et qui marquent la mesure.

Ils tisssent des étoffes qu'ils conservent d'une blancheur parfaite.

Pour un grand chien, ils achètent un homme. Leur sentiment principal est la crainte des mauvais esprits. Quand ils ont tué un homme qui portait une longue barbe, ils lui enlèvent la peau du visage et la suspendent à une tige de bambou et, quand elle est desséchée, ils la qualifient d'esprit. Ils l'honorent par des danses exécutées au son du tambour et lui demandent prospérité et richesse. Ils poussent le désir de faire cette cérémonie jusqu'à ce point qu'ils vendent femme et enfants et se vendent eux-mêmes pour avoir les moyens de l'accomplir. Ils fondent le cuivre pour faire divers ustensiles, des vases à large ouverture qu'ils appellent *tong-tsuan* ou plateaux de cuivre. Comme ces vases sont très minces, la cuisson s'y fait rapidement.

Jadis il n'y avait pas de Liao dans la partie occidentale du Sze-tchuen. Ils se répandirent dans cette province vers l'an 345 P. C., et y fondèrent dans les montagnes et les vallées des villages au nombre de plus de cent mille. Les populations chinoises émigrèrent en masse vers l'est. Dans les montagnes il n'en resta pas un seul ; ceux qui demeurèrent dans les vallées se mêlèrent aux Liao. Les barbares des vallées se soumirent à l'impôt tout en se gouvernant eux-mêmes d'après leurs propres lois. Ceux des montagnes restèrent tout à fait indépendants et continuèrent à exercer des brigandages qui les rendaient redoutables, sans qu'on osât aller les attaquer chez eux : situation bizarre, qui ne se rencontre guère qu'en Chine.

Les Liao des plaines mêlés aux Chinois payaient de gros impôts, mais très souvent ils suscitaient des troubles violents. Pour les gouverneurs des stations militaires,

c'était une excellente occasion de leur faire la guerre et d'en réduire un grand nombre en esclavage. Il y avait des marchands ambulants dont le commerce consistait à les acheter pour les revendre ; de riches Chinois en possédaient jusque mille à leur service. Mais ces tribus, nombreuses et vaillantes, finirent par se retirer dans les montagnes qui couvraient le pays et s'y maintenir indépendantes. Ils grimpaient sur les arbres comme des singes et couraient le long des précipices comme sur le terrain plat. Néanmoins les gouverneurs chinois cherchaient toutes les occasions possibles pour justifier de nouvelles attaques contre ces malheureux, les dépouiller et les réduire en esclavage. Vers l'an 649, un gouverneur d'Itchéou, qui avait prétexté des incursions de Liao pour demander les forces nécessaires à une expédition de prétendue revanche, reçut de l'empereur cette magnanime réponse : « Les Liao des montagnes doivent être traités avec bonté et justice. Les terrifier par des envois de troupes est un procédé que je ne puis approuver : je suis le père de tous les hommes. »

Voici une dernière scène que nous trouvons dans les annales concernant les Liao, et que nous croyons devoir reproduire : elle ne manque pas de pittoresque.

C'était vers l'an 858 ; les Liao, qui venaient aux marchés chinois pour s'approvisionner de riz et de blé, étaient volés de la moitié du grain qu'ils achetaient ; ilspoussèrent de grands cris et menacèrent de nouvelles incursions. Les mandarins, coupables de ces fraudes, firent porter des pancartes sur lesquelles il était écrit que les Liao seuls étaient en faute et que, s'ils causaient des troubles, ils en seraient dûment châtiés.

Les Liao rirent de cet avertissement ; ils s'en moquèrent hautement, et prirent les armes pour se venger. Le gouverneur chinois attira leurs chefs dans un piège préparé avec la plus grande perfidie et les fit mettre à mort. La tranquillité se rétablit extérieurement, mais la situation restait

toujours menaçante. Pour y mettre fin, un nouveau gouverneur publia un rescrit impérial promettant le pardon, et les Liao apaisés retournèrent dans leurs montagnes.

Nos livres donnent encore, concernant ces peuples, quelques particularités dont nous ne ferons pas mention vu leur peu d'importance. Nous en exceptons une, parce qu'elle nous apprend comment se forment les légendes.

Jadis, rapporte Fan-chi-hou, il y avait des Liao que l'on appelait *Fei-teou,* ce qui veut dire en chinois « à têtes volantes ». L'origine de ce nom nous est inconnue, mais ce que nous savons, c'est qu'il a donné lieu à la fable suivante qu'on lit aux Annales des Tangs :

« Les Liao « à têtes volantes » ont des têtes qui parfois sont sur le point de s'envoler. En ce cas, il se montre tout autour de leur cou une ligne rouge, mince comme un fil, laquelle est l'indice du phénomène prochain. Dès qu'on s'en aperçoit, pour prévenir ce malheur, la femme et les enfants veillent toute la nuit celui qui en est menacé : autrement la tête disparaîtrait la nuit pour ne revenir que le matin. On craint que, dans ses pérégrinations nocturnes, la tête envolée ne se heurte contre quelque obstacle ou ne subisse quelque avarie ; de là leur préoccupation tout le temps que durent les ténèbres. »

Ceci s'expliquerait-il par une maladie spéciale de la tête à laquelle serait sujette la tribu des « têtes volantes », comme celle des « dents qui claquent » (*tsotchi*) afflige une autre tribu de Liao et produit à la bouche un mal qui fait claquer les dents et empêche de manger ? Je laisse aux médecins à déterminer quel mal peut faire paraître un cordon rouge tout autour du cou.

4. *Mœurs du Fou-kue.* Voici les particularités les plus remarquables des mœurs de cet état. Comme les précédentes tribus, les gens du Fou-kue ignorent les noms de famille. Ils n'ont pas d'établissements, villes ou villages,

entourés de murs ou de palissades. Ils vivent dans les vallées et le long des cours d'eau ; les montagnes leur servent de remparts plus que suffisants. Cependant ils savent construire des espèces de tours au moyen de grosses pierres superposées sans ciment, afin de se mettre à l'abri des attaques quand ils ont commis quelque acte de vengeance ou de brigandage. Ils les font hautes de cinquante, soixante et jusque cent pieds. L'entrée n'y est possible que par une porte basse et étroite, fermée avec soin pendant la nuit.

Leurs lois matrimoniales sont très larges. Les fils épousent les concubines de leur père mort, et les frères, celles de leurs frères défunts.

Leurs armes offensives consistent en arcs et en flèches ; n'ayant point de cordes, ils y substituent un mince filet de bambou. Ils portent le casque et la cuirasse. Ils aiment le chant et la danse ; ils les accompagnent du jeu d'une flûte tranversale.

Leurs coutumes funèbres se réduisent à ceci. Quand l'un d'entre eux vient à mourir, ils lavent soigneusement le corps et le placent sur une haute estrade, revêtu de son casque et de sa cuirasse, et recouvert de peaux de bêtes. Les descendants du mort ne pleurent pas (1), mais sautent autour du corps, frappent leur cuirasse, agitent leurs épées et crient : « Voilà que les démons ont pris mon père, je veux le venger et tuer les démons. »

Leurs vêtements se composent des objets suivants : un bonnet de peau rond comme un plat, ou un chapeau de paille, une robe de fourrure de laine, des bottes de peau de la jambe d'un bœuf, un cercle de fer autour du cou.

Le roi et les chefs principaux portent des ornements d'or sur la tête et sur la poitrine, une fleur d'or suspendue et large de trois pouces.

(1) Les Chinois signalent naturellement les traits de mœurs différents de leurs coutumes à eux. Chez les Chinois, les pleurs sont obligatoires et réglés par les rites jusque dans les moindres détails.

En ce pays, les plateaux mêmes sont élevés et la température y est fraîche. Le vent et la pluie y règnent le plus souvent. Les montagnes renferment de l'or et de l'argent et sont peuplées de faisans blancs. Leurs eaux nourrissent d'excellents poissons dont la taille atteint jusque quatre pieds et dont les écailles ont une grande finesse.

5. *Mœurs du Nan-tchao* (p. 61). Cet état réputé barbare était organisé sur le pied des états les plus civilisés de l'époque ; les idées chinoises semblent y avoir pénétré de longue date, car on y signale certaines particularités de langage qui ne se retrouvent qu'en chinois. Ainsi le roi avait un terme particulier pour se désigner lui-même, un pronom personnel que lui seul pouvait employer. Les magistrats du premier rang s'appelaient « ordonnateurs de la paix ». La population était divisée en groupes de cent, mille et dix mille familles, ayant chacun un préfet spécial.

Les subventions aux fonctionnaires consistaient en terres arables. Les officiers de premier rang en recevaient une étendue de douze hectares environ ; les grandes familles en possédaient à peu près neuf comme concession d'état.

Ce pays a des régions montagneuses, humides et malsaines ; elles occupent l'occident. Le peuple cultive le riz et les vers à soie, dans les contrées situées à l'est. A l'ouest, on fait principalement des étoffes épaisses avec une filasse tirée d'un arbre. Les principaux produits sont l'or, les joncs propres à fabriquer des nattes, et des chevaux beaux et vigoureux.

L'armée y forme des camps retranchés de 2500 hommes. La loi y est de soigner et guérir les soldats blessés par devant, et de décapiter ceux qui le sont par derrière. Au labour, on emploie un bœuf et trois hommes ; le premier en avant tire l'attelage, le second au milieu presse la charrue de la main pour en maintenir le soc dans la terre, le troisième par derrière conduit le bœuf : tellement

ils appliquent leurs soins à l'agriculture. Tout le monde cultive, sans distinction de rang social.

Le servage est inconnu au Nan-tchao; toutes les prestations consistent en celle d'un boisseau sur deux chaque année. Les artisans sont aussi astreints à la culture ; ils paient la taxe au bout de deux récoltes.

Les femmes ne se fardent point, mais se parfument la tête avec une huile odorante.

« A tous les cœurs bien nés que la patrie est chère, » dit le poète populaire. En 829, un général chinois envahit les états barbares et fit prisonniers plusieurs milliers de jeunes gens des deux sexes habiles à confectionner la soie, pour importer cette industrie dans le midi. Bon nombre d'entre eux se noyèrent de douleur de devoir quitter leur pays. Arrivé aux frontières de la Chine, le général chinois dit à ses captifs : « C'est ici que vous devez pleurer ; il est juste de pleurer quand on entre sur le territoire étranger. » Tous se mirent à fondre en larmes.

6. *Mœurs des Man du Li-Yuen* (p. 62). Les renseignements qui nous sont donnés à propos de ces tribus pré-chinoises nous permettent de jeter un coup d'œil sur l'organisation des pays réputés, non point seulement comme soumis à la suzeraineté impériale, mais comme incorporés à l'empire.

Voici comment les parties soumises du Li-yuen furent organisées *à la chinoise*. Le pays fut divisé en trois genres de circonscriptions de plus en plus étendues, et la préfecture en fut donnée, et cela à titre héréditaire, à des chefs indigènes inspirant le plus de confiance.

Huit places fortes furent construites et pourvues d'une garnison chinoise destinée à tenir les barbares en respect.

Les chefs étaient indépendants du pouvoir impérial ; toutefois deux résidents chinois leur étaient imposés : l'un surveillait les agissements des chefs pour prévenir toute entreprise à main armée, l'autre apposait son sceau aux actes des autorités indigènes.

Les contestations judiciaires se portaient d'abord devant les autorités locales ; puis en appel elles pouvaient être déférées aux commandants des forteresses, et en dernier ressort au préfet du département chinois le plus rapproché, le Yong-tchéou.

Les Man, dit Fan-chi-hou, ont le caractère dur et farouche ; leurs mœurs dures et bizarres les rendent inaptes aux institutions chinoises. Néanmoins — et ceci semble un peu contradictoire — il en est beaucoup parmi eux qui vont passer des examens littéraires à Yong-tchéou et y font preuve de beaucoup d'intelligence et d'habileté. Ils entrent en relation intime avec les préfets, se créent des amitiés dans les districts chinois, y circulent, ont les yeux et les oreilles à tout et connaissent les arrêtés avant qu'ils soient portés. Ils ont des équipages et des palais semblables à ceux des princes et ducs chinois ; quelques-uns même ont une garde bien armée.

Le peuple a des champs qui lui sont distribués suivant le nombre des membres des familles, et qui ne peuvent être vendus. Il n'y a que les terres stériles défrichées par le travail privé qui forment une propriété particulière.

Les chefs des provinces ont aussi des terres cultivables qui sont attribuées au titre de leurs fonctions. Ils font souvent des expéditions contre les Liao des montagnes pour emmener de nombreux captifs et accroître la population de leur territoire. Dans le même but, ils achètent des jeunes filles qu'ils marient à leurs anciens et nouveaux sujets. Ils leur donnent des terres et les exercent à la guerre pour en faire une armée solide. Ils vont pieds nus et portent des bonnets verts.

Les Man du Li-yuen sont robustes et peuvent supporter de grandes fatigues. Avec leurs souliers de cuir, ils gravissent et descendent les montagnes sans broncher. Leurs armes sont, avec la cuirasse, le casque et le bouclier, de de longues lances, des javelots, le glaive recourbé, des

dards, l'arbalète avec des flèches de bambou et de différentes espèces.

Quand ils guerroient les uns contre les autres, ils se mettent en ordre de bataille, puis étendent leurs ailes de manière à s'envelopper mutuellement. Ainsi les ailes les plus étendues, celles qui comptent le plus de soldats, l'emportent sur les autres, sans autre lutte.

Le peuple habite des maisons de bambou et de paille à deux étages avec une terrasse au-dessus. En bas sont les bœufs et les porcs. Le haut est fait de bambous liés ; là logent les habitants humains, reposant sur une seule peau de bœuf. Les émanations méphitiques des animaux d'en bas montent ainsi au premier étage, ce qui habitue les gens à en supporter l'odeur. Le pays est infesté par les tigres et les loups qui maintiennent les habitants dans de continuelles alarmes.

Leur occupation consiste, en hiver, à confectionner un tissu de coton et de duvet d'oie; en été, à fabriquer des ouvrages de bambou et de la toile de chanvre. Leur unique nourriture est le riz, qu'ils pétrissent en boulettes.

Les chefs ont souvent plusieurs femmes qui portent toutes le même titre, à la différence des épouses chinoises qui se distinguent en principale, légale, et accessoire, secondaire. Les grands font des dépenses énormes pour les mariages. Les présents faits à la fiancée vont de cinquante à cent charges ou quantités d'objets formant un don particulier.

Quand le jeune homme vient chercher sa fiancée, les parents de celle-ci font cent maisons de paille et plus pour y loger leurs hôtes. Quand les fiancés doivent y rentrer, les deux familles les accompagnent au son de la musique et du tambour. La fiancée doit avoir plus de cent servantes, le fiancé plusieurs centaines de valets.

La nuit avant les noces, les deux familles restent tout le temps en armes. Au moindre mot choquant, à la

moindre altercation, les glaives et les lances s'entrechoquent. Le lendemain, le nouveau marié tient constamment le glaive en main, et si quelque servante de sa femme va contre ses volontés, il la tue de sa main. Si, après l'entrée dans les maisons de paille, il a tué ainsi plusieurs femmes, il se fait craindre de son épouse et de sa maison; sinon on le considère et on le traite avec mépris. Ce n'est qu'après six mois que la jeune femme peut se transporter dans la demeure de son mari et y habiter.

Une singulière superstition est attachée au retour d'un voyageur qui est allé au loin. On croit que son âme peut rester au pays étranger qu'il a visité, s'il y a laissé quelque affection. Aussi, quand il revient au logis, il doit s'arrêter à une distance de plus de trente lis et y attendre qu'un magicien soit venu le chercher et faire la cérémonie obligatoire en ce cas, et qui consiste en ceci : le voyageur ôte ses vêtements de dessous et les dépose dans une corbeille que lui présente le devin, et celui-ci, marchant le premier avec son fardeau, conduit ainsi le voyageur jusqu'à sa demeure. Cela tient l'âme enchaînée. Le peuple dit : « C'est pour que le voyageur retienne son âme en revenant au pays ».

Quand un parent meurt, ses enfants vont au bord de la rivière, les cheveux épars, et portant un vase qu'ils remplissent d'eau ; ils y jettent des monnaies de cuivre ou du papier; puis ils reviennent laver le cadavre. On appelle cela « acheter l'eau ». Ceux qui ne le feraient pas seraient tenus dans tout le voisinage pour des enfants dénaturés.

7. *Mœurs des Siao-Yao.* Nous ne dirons que quelques mots de ce peuple dont Ma-tuan-lin ne fait qu'une mention sommaire ; mais leur absence de notre tableau constituerait certainement une lacune regrettable. Cette peuplade, dont le nom signifie « nains noirs, au teint noirci par le soleil », habitait jadis au midi du Yun-nan, non loin de la Birmanie actuelle. Ils eurent des relations

avec l'empire au dernier siècle de l'ère ancienne et au siècle suivant.

Vers l'an 110 P. C., une troupe de plus de trois mille d'entre eux, conduits par leur chef, vinrent offrir de l'ivoire, des buffles et des bœufs domestiques, et demandèrent la protection de l'empire.

Leur taille était de trois pieds tout au plus. Ils habitaient des cavernes et aimaient à vagabonder. Les animaux sauvages les redoutaient, parce qu'ils sont d'habiles chasseurs.

Sur leur sol, les arbres et les plantes perdent leurs feuilles pendant que l'hiver règne en Chine, et bourgeonnent pendant l'été. Ainsi leur hiver est l'automne, et l'été le printemps.

Ces pygmées sont mentionnés dans les Annales dites de *Bambou* comme étant venus rendre hommage à l'empereur Yao, en l'an 2116 A. C., apportant en présent des plumes magnifiques. Au commencement de notre ère, ils avaient reculé jusqu'aux frontières de l'Indo-Chine. Aujourd'hui on les retrouve à la Nouvelle-Guinée et, si je ne me trompe, dans la presqu'île orientale des Indes. C'est une des branches de la race dispersée des Negritos que l'on rencontre encore en différentes régions très éloignées les unes des autres.

8. *Mœurs du Kiao-tchi* (p. 63). Comme ce tableau de mœurs sera le dernier que nous mettrons sous les yeux de nos lecteurs, nous lui donnerons un peu plus d'étendue qu'aux autres. Il a d'autant plus d'intérêt qu'il embrasse tous les points qui sont dignes d'attention. Il se rapporte à la fin du XIe siècle.

Le Kiao-tchi était gouverné par un roi qui se reconnaissait vassal de la Chine et se donnait à lui-même le titre de *Tien-tze*, bien qu'il eût accepté de la cour impériale celui de Ngan-nan, ou « protecteur général, tenant le midi en paix ». Le sceau royal portait *Nan Yue Kue*

*Yin*, « sceau du royaume de Nan-Yue ou du Yue méridional ». Sous ce prince était établie une hiérarchie complète de mandarins analogue à celle de la Chine, et l'on qualifiait ces fonctionnaires de « parents du roi, compagnons du roi céleste (1) ». Ils se divisaient en mandarins de l'intérieur ou civils, et mandarins de l'extérieur ou militaires.

Les charges s'y obtenaient par examen, hérédité ou payement d'une somme d'argent. Celles conférées après examen étaient estimées au-dessus des autres. Les charges supérieures ne pouvaient s'acheter. Les artisans, les esclaves et leurs descendants n'y étaient point admis, pas même par achat.

Les fontionnaires n'ont point de traitement, mais leurs administrés doivent cultiver leurs champs et leur fournir du poisson, ainsi que les services domestiques.

L'armée est divisée en compagnies de deux cents hommes, et celles-ci sont réparties en corps de troupes qui forment, en dernière analyse, les deux ailes de gauche et de droite.

Chaque soldat porte tatoué sur le front les caractères : *Tien-tze-ping*, c'est-à-dire « armée, soldat du Fils du Ciel ».

En temps de paix, tous vivent chez eux, occupés à l'agriculture ou à d'autres métiers. Ils sont convoqués une fois par mois pour les exercices et revues.

La solde des militaires se compose de trois cents sapèques et de deux pièces d'étoffe de soie et de coton qu'on leur donne le septième jour de l'an. Ils reçoivent en outre chaque mois dix mesures de grain ou de riz et, le premier jour de l'an, on régale l'armée en lui donnant des plats de riz et de poisson en daube.

Le premier jour de la première et de la quatrième lune, le chef de l'état tue un bœuf pour donner un banquet à ses ministres. Le cinq du septième mois est un jour de grande

(1) *Tien Wang*, ancien titre des souverains chinois.

fête ; on se donne des marques d'affection et d'estime. Les magistrats présentent des animaux domestiques au roi qui, le lendemain, les invite à un grand banquet.

Le roi habite un palais à quatre étages. Le rez-de-chaussée est son habitation à lui. Au premier et au second logent les grands officiers et les gens de la maison royale. Le troisième étage est réservé à de vieux militaires bien méritants. D'autres édifices s'élèvent tout autour ; ils sont vernis en rouge, et sur les piliers sont représentés des dragons, des cigognes, des immortels des deux sexes.

Tous les gens du Kiao-tchi, quel que soit leur rang, vont pieds nus et les cheveux relevés au-dessus de la tête. Le roi en fait autant habituellement ; seulement ses cheveux sont tenus par une aiguille d'or. Il porte une longue robe jaune et sur celle-ci une plus courte de couleur rouge. Les autres habitants portent une robe noire flottante, et sous elle une tunique noire serrée à la taille, une aiguille d'argent à la chevelure, des chaussures de peau traînantes et un chapeau en forme de cône. Ils tiennent un éventail de plumes de cigogne, parce que ces plumes sont réputées écarter les serpents. Le chapeau ressemble à un coquillage ; il est confectionné de fines ligatures de bambou.

Les femmes sont modestes et réservées, ce en quoi elles diffèrent extrêmement des hommes. Elles portent des robes vertes à col droit et larges manches, et des vêtements de dessous de couleur noirâtre.

Le roi sort dans un char traîné par des hommes. Les fonctionnaires supérieurs se font porter sur une forte étoffe soutenue par deux épais bambous, que deux serviteurs tiennent sur leurs épaules.

Ces gens ne sacrifient pas à leurs ancêtres, même aux grandes solennités de l'année. Quand ils sont malades, ils n'usent pas de médicaments. La nuit, ils n'allument point de lampes ; ils restent dans l'obscurité.

Le troisième jour du troisième mois, les jeunes gens et les jeunes filles se réunissent et se mettent en rangs,

chaque sexe à part ; puis ils font une boule de soie de cinq couleurs et la jettent en l'air en chantant. Quand une jeune fille la saisit, le jeune homme qui l'a lancée la prend pour fiancée.

A la porte du palais est une haute colonne à laquelle est suspendue une cloche. Celui qui veut traiter une affaire tire à la cloche. A ce son on accourt ; souvent aussi il attire la partie adverse, et la cause est plaidée devant le prince. La sentence s'exécute tout de suite. Aux voleurs on coupe les doigts des pieds et des mains ; les déserteurs subissent l'amputation des mains et des pieds. Les organisateurs de rébellion sont enterrés vivants à mi-corps, le cou nu et tendu par des liens qui tiennent à une traverse de bambou attachée à deux pieux ; puis on les décapite et on plante leur tête au haut d'un pieu de bambou.

Si quelqu'un d'entre eux vient à mourir pendant qu'il voyageait en pays étranger, on flagelle son cadavre à grands coups, parce qu'on le considère comme ayant abandonné sa patrie, comme traître à son pays.

Le Kiao-tchi fournit de l'or, de l'argent, du cuivre, du cinabre, des huîtres à perles, des rhinocéros, des éléphants, des plumes bleues, des émeraudes, des parfums de tout genre, du sel, du vernis, du coton, des noix, du bétel.

Les habitants de ces régions ont peu d'instruction littéraire. Les gens du pays de Min (1) y viennent sur leurs vaisseaux ; ils les emploient pour gérer leurs affaires ; et les difficultés comme les troubles qui naissent des rapports, des traités, proviennent généralement de l'habilité de ces transfuges.

A la fin de cet exposé, Fan-chi-hou nous donne un renseignement très curieux, qui nous apprend d'une nouvelle manière comment le caractère spécial des populations s'est effacé presque entièrement. A l'époque où

(1) Le *Fo-kien* actuel.

écrivait notre auteur, c'est-à-dire à la fin du XII^e siècle, la population de ces contrées lointaines était en partie composée de Chinois, ou, comme le dit Fan-chi-hou, de gens des provinces de l'empire. Mais ces Chinois y avaient été amenés par la force. « Des trafiquants de chair humaine attirent par de belles promesses des Chinois des deux sexes et les conduisent dans les régions barbares où ils les garrottent et les vendent comme esclaves. On les achète pour deux onces d'or par tête et on les revend pour trois onces au Kiao-tchi. On les conduit le dos lié sur une planche ou à un char de manière à ce qu'ils ne puissent reconnaître le chemin par où ils sont venus. Revendus, ils sont esclaves à perpétuité. On les tatoue au front ou à la poitrine, selon le sexe, afin de les marquer du sceau indélébile de la servitude.

» Le nombre de ces malheureux s'élève à plusieurs centaines de mille. Mais ce ne sont pas les seuls Chinois que l'on rencontre dans ce pays : on y trouve encore une foule de lettrés, de bonzes, de Taoshe et de réfugiés de toute sorte qui sont venus y chercher un asile. »

Ainsi se préparait et s'opérait la fusion qui effaça peu à peu les traits distinctifs des différentes populations de l'Empire du Milieu.

Notons enfin ce trait curieux, qui nous présentera l'état des choses au XII^e siècle sous un jour nouveau.

En 1172, le Ngan-nan voulut envoyer une ambassade à la cour de Tai-tsong pour le féliciter de son heureux règne ; l'empereur la fit retenir à la frontière et ne voulut accepter qu'un dixième des présents qui lui étaient destinés. Par contre, il voulut faire acheter au Kiao-tchi dix éléphants destinés au grand sacrifice du Ciel ; à leur tour, les barbares refusèrent de vendre ce que le monarque chinois désirait. Après divers refus de part et d'autre, Tai-tsong consentit enfin à recevoir l'ambassade et ses dons de félicitations. Elle amenait quinze éléphants couverts de tant d'ornements que le corps de ces animaux

était invisible. Ce n'était partout que lames et plaques d'or. Chacun des éléphants portait un palanquin tout couvert d'or et garni de coussins richement brodés ; une échelle de laque rouge servait à y monter. Des clochettes de cuivre doré pendaient au cou et aux pieds de ces animaux. Leur aspect était éblouissant. Avec cela de riches présents en perles, en parfums, en gongs d'or et d'argent et autres objets précieux. Pour des barbares, ce n'était pas trop mal, et les costumes de ces ambassadeurs répondaient par leur luxe à la richesse de ces présents.

En recevant ces envoyés, le Haut Commissaire impérial les traita comme s'il était l'égal de leur roi et que le Kiao-tchi fût une province de l'empire.

Nous terminerons cet exposé par quelques traits puisés çà et là et de nature à intéresser quelque peu les ethnographes.

« Les naturels du Ngai-lao ont tous le nez percé et les oreilles pendant jusqu'aux épaules. Leurs chefs les ont si allongées qu'elles descendent encore trois pouces plus bas. » Si cela est vrai, ce doit être le fruit d'un travail artificiel.

Ce que leur pays renferme de plus remarquable, c'est l'animal appelé *Sing-sing*, auquel on attribue le langage humain et des rapports de société. Il paraît que c'est une espèce de singe dont le grognement répété de l'un à l'autre semble être une sorte de langage. On désigne comme tel le *Rhinopithecus toxellana*, trouvé au Sze-tchuen. Quand on met un vase de vin près du lieu qu'il habite, il s'en approche d'abord pour s'enfuir aussitôt avec défiance, puis revient, en goûte et finit par s'enivrer. Cette pantomime est accompagnée de grognements que l'on traduit en paroles humaines. De là la fable des animaux parlants.

Citons enfin cette scène d'une ambassade du Ye-lang qui fut reçue par Tai-tsong en l'an 1007. L'empereur interrogea lui-même les envoyés, qui lui répondirent, par interprètes, ce qui suit :

« Chez eux, les habitants étaient divisés par groupes de deux à trois cents familles auxquels présidaient dix chefs. Les meurtriers n'étaient point punis de mort ; il leur suffisait de se faire bonzes ou solitaires (Taoshe) pour se racheter de la peine. Ils cultivaient les différents genres de céréales et surtout le riz. Leurs armes étaient l'arbalète de bois, qui leur servait à la chasse pour tuer les cerfs et les daims dont ils faisaient leur nourriture. La ville royale était entourée de murailles simples sans fortifications ; les autres n'avaient qu'une enceinte de murs peu élevés. »

Après ces explications, l'empereur voulut voir les danses et entendre les chants nationaux de ces barbares. L'un d'eux souffla dans une sorte de flûte de Pan dont les tuyaux étaient enfoncés dans une calebasse et qui rendait le son d'un bourdonnement de grosses mouches, et les danseuses, au nombre de trente ou quarante, se mirent à exécuter une ronde en se tenant par la main et frappant du pied la terre pour battre la mesure. Ils dirent que cette musique s'appelait le chant de l'eau.

Ces envoyés étaient au nombre de dix et plus, avec une suite de plus de mille officiers. Tous avaient une longue chevelure noire, le visage et les yeux noirs semblables à ceux des grands singes. Les chefs ambassadeurs portaient des habits d'étoffe de feutre et de peau de tigre, et une queue de tigre ornait leur tête.

Mais nous ne pousserons pas plus loin nos recherches. Ce qui précède suffit amplement pour donner aux ethnographes une idée complète des populations du midi de la Chine, de leur origine, de leurs mœurs, de leur civilisation.

Tout ce que nous venons d'en dire se rapporte au commencement du XIIIe siècle. Depuis ce temps, la conquête mongole a écrasé toutes les résistances, nivelé toutes les autorités, et les royaumes du midi ont été réduits à l'état

de provinces chinoises; les mœurs et la langue chinoises s'y sont peu à peu introduites, les Chinois eux-mêmes s'y sont infiltrés de plus en plus et une certaine assimilation s'est produite, de telle façon qu'il n'est plus facile de distinguer les races les unes des autres.

Les types ethnologiques diffèrent néanmoins, et les personnes qui ont résidé en Chine pendant un temps notable savent reconnaître les habitants des différentes provinces et régions, rien qu'à leur extérieur et à leurs manières.

Ainsi donc l'assimilation n'est point complète. Malgré tous les efforts de la puissance chinoise, il y a encore au Kuei-tchéou, au Sze-tchuen et au Yun-nan principalement, des populations qui, retirées dans leurs montagnes, vivent absolument indépendantes et défient toute la puissance d'un empire de quatre cents millions d'hommes.

Au *Kuei-tchéou*, ce sont les Miao-tze, ces fiers descendants des ennemis des Yao et des Shun au XXIII^e siècle avant notre ère. Leur place est encore marquée sur la carte en plusieurs endroits, sous la dénomination de *Sing Miao-tze*.

Au *Yun-nan*, ils sont encore très nombreux, bien que les cartes géographiques ne les mentionnent point. Ils peuplent les hautes montagnes du nord du Yun-nan appelées Liang-shan, perpétuellement couvertes de neiges et de glace, dont le maïs et le blé noir, les troupeaux de chèvres et de moutons forment tous les produits, tous les moyens de subsistance de leurs habitants. Ceux-ci, que l'on appelle encore *Man-tze* comme leurs ancêtres, ont conservé leurs mœurs sauvages. Les querelles, les guerres d'extermination sont fréquentes chez eux. Le maître y a droit de vie et de mort sur les membres de sa famille comme sur ses esclaves. La polygamie et le désordre y règnent sans limites.

En eux on retrouve ces intrépides montagnards qui

couraient le long des précipices et gravissaient les pics escarpés comme des panthères ou des gazelles.

Aujourd'hui encore ils sont la terreur des campagnes avoisinantes, où ils font des irruptions subites pour piller, tuer ou faire des esclaves. Les armées chinoises les redoutent et n'osent se mesurer avec eux ; il leur serait, du reste, impossible de les poursuivre dans des montagnes où l'on ne peut pénétrer que par d'étroits sentiers.

Outre ces montagnards du Liang-shan, il y en a encore d'autres au sud-ouest dans le district de *Chun-ning-fou*, qui, sans avoir les mœurs cruelles des Man-tze, ne sont pas moins sous d'autres rapports éloignés de toute civilisation. Ils vont encore pieds nus, les cheveux en désordre, enveloppés dans une simple pièce de toile. Ils mangent avec les doigts et se nourrissent des aliments les plus dégoûtants.

Ces sauvages ne forment pas la seule masse de population qui détonne sur le reste de la province. Une autre tribu portant le nom de *Lolo* en occupe la partie occidentale, se distinguant entièrement de ses voisins de l'est par la langue, l'écriture, les pratiques religieuses et même par un ensemble de lois qui lui est exclusivement propre et une organisation de police toute particulière. Elle se rattache aux habitants du nord de la péninsule orientale des Indes, spécialement du Pegou et de l'Ava, et provient certainement de la même race. Elle formait jadis avec eux le royaume de Piao-li, sur lequels Ma-tuan-lin nous

(1) Voici la description du manoir d'un chef lolo. D'abord une muraille épaisse de cinq pieds et haute de vingt à l'extérieur ; puis une cour élevée de seize pieds et tenue en bon ordre. Au fond de la cour s'élève une sorte de castel en pierres de taille, long de trente pieds, mais n'ayant que le rez-de-chaussée auquel on arrive par un large perron de dix à douze degrés.

Les appartements ont de larges fenêtres et de grandes portes à deux battants. A gauche et à droite, de vastes dépendances où logent et travaillent tout un monde de serviteurs et d'hommes d'affaires, des écuries et étables bien peuplées. M. Pourias nous affirme en outre que toutes les habitations des chefs lolos sont placées dans des sites pittoresques, que de vastes parcs et des forêts encadrent de manière à donner au tout un aspect grandiose.

donne des renseignements étendus que nous n'avons pas cru devoir reproduire, parce que cela nous aurait entraîné en dehors des limites de notre sujet.

Quant au gros de la population, l'assimilation n'a point été telle qu'elle efface toute différence. Les habitants du Yun-nan ont conservé un caractère de vaillance qui fait défaut au reste de l'empire ; d'autre part leurs mœurs sont plus douces, plus rationnelles. Les femmes n'y sont pas condamnées à une clôture perpétuelle, mais circulent dans les rues et les lieux publics.

Ils ont aussi la coutume de brûler les morts comme aux Indes. Les habitant du district de Kiu-tsin-fou, à l'est de la province, sont signalés comme spécialement amateurs de procès, fins et retords comme des Normands.

Le *Kuang-si* et le *Kuei-tchéou* renferment les nations des Miao-tze indépendants dont il a été question plus haut et qui ont été précédemment l'objet, dans cette *Revue*, d'une monographie qui nous dispense d'y revenir (1).

La première de ces deux provinces contient en outre deux régions au nord et au centre occupées par des tribus sauvages appelées *Tchuang Koleu*, dont les mœurs se rapprochent de celles des Man-tze, et qui n'obéissent pas davantage aux autorités chinoises. Les monts du *Kuei-ling-fou*, tout à l'est, sont également en leur possession (2).

En outre, l'arrondissement de She-tchéou-fou, à l'est du Kuei-tchéou, a une population de sauvages robustes et entreprenants, ignorant jusqu'à l'écriture. Comme leurs ancêtres, ils vont les cheveux épars, nu-pieds, les pieds durcis par la brûlure au point de courir sur les épines et les rocs sans se blesser. Toutes les chaînes de montagnes

(1) Voir REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, 1re série, tome XXVII, avril 1890, pp. 289 et suiv. : C. de Harlez, *Les Miao-tzé ou montagnards de la Chine*.

(2) Quant aux populations du Sze-Yuen-fou au midi, c'est seulement depuis une couple de siècles qu'elles ont commencé à se civiliser. Plus au nord, au Kin Yuen-fou, jusqu'au Sze-tchuen, les montagnes abritent encore des tribus à demi sauvages.

de l'est ont des habitants qui ont conservé les mêmes mœurs.

Le *Sze-tchuen*, outre ses tribus indépendantes de l'ouest simplement tributaires, en compte encore d'autres à demi sauvages qui habitent les hauteurs de la partie septentrionale du Kuei-tchéou-fou à l'extrémité de la province.

Toutes ces tribus barbares ou demi-sauvages descendent des peuples dont nous avons décrit l'état social et politique au XIIIe siècle. Assigner à chacune d'elle sa descendance directe est une tâche que le manque de renseignements ne permet pas de remplir. En outre, les continuels déplacements de ces peuplades rendent très dangereuses les filiations établies au moyen des données géographiques.

Nous ne l'entreprendrons point cette fois, nous réservant d'y revenir si des études ultérieures pouvaient nous assurer contre des erreurs inévitables jusqu'à ce jour. Nous avons fourni les premiers jalons à une détermination des conditions ethnologiques du midi de la Chine. De nouvelles découvertes pourront seules permettre d'achever ce travail.

C. DE HARLEZ.

---

# MORSURES ET PIQÛRES VENIMEUSES [1].

## I.

### DÉFINITION DES VENINS.

« Avant que d'entrer sur le discours de la nature des bestes venimeuses et venins, il me semble qu'il est necessaire d'entendre premierement que c'est que venin : à fin que deduisans ceste matiere, nous ne soyons arrestez en un plain propos. »

Ainsi parlait en 1568 Jean Grevin de Clermont, médecin à Paris, à la première page de ses « *Deux Livres des Venins, ausquels il est amplement discouru des bestes venimeuses, thériaques, poisons et contrepoisons* ».

A part que je n'ai pas le fâcheux dessein d'amplement discourir, le titre du vieux « physicien » me conviendrait à peu près pour désigner le plan de ce petit travail, où il sera question de la nature des venins, des organismes les plus remarquables qui le produisent, des effets de l'envenimation, et de ses remèdes.

Jean Grevin me permettra donc de lui emprunter sa première phrase, et de chercher à son exemple, « avant d'entrer sur mon discours », à bien m'entendre avec mon lecteur sur le sens du mot venin.

C'est d'ailleurs le seul vol que je me permettrai de faire

(1) Conférence faite à la Société scientifique de Bruxelles, dans son assemblée générale, le jeudi 24 octobre 1895, au Collège Notre-Dame, à Tournai.

dans ses *Deux Livres des Venins ;* je ne lui prendrai pas même sa définition savante et compliquée, ou du moins je ne la rapporterai que pour le plaisir de citer : « Le venin considéré en soy, dit-il, est une chose non naturelle, laquelle entrée dans le corps humain est cause ou d'une entiere corruption, ou d'une tres grande offence en iceluy: et ce ou par une qualité excessive, ou par une propriété naturelle et cachée, ou bien par une totalle conjuration et commun consentement de sa nature. »

C'est que la science a quelque peu changé depuis le temps de Jean Grevin, et je m'imagine que ses idées sur les venins, puisées dans la lecture d'Hippocrate, Nicandre, Dioscoride, Théophraste et Galien, plutôt que dans l'observation de la nature, seraient fortement bouleversées s'il lui était donné de sortir aujourd'hui de son grand sommeil pour étudier les travaux de Redi, Fontana, Duméril et Bibron, Mitchell, Claude Bernard, Kaufmann, Viaud-Grand-Marais, Phisalix et Bertrand, et tant d'autres, ou même seulement pour parcourir ces quelques pages dans lesquelles j'ai résumé les travaux de ces savants.

Laissant donc de côté la définition de Grevin, je proposerai celle-ci, qui me paraît moins prétentieuse et plus précise : Un venin est un produit de sécrétion toxique dont certains organismes sont pourvus pour l'attaque ou pour la défense.

Cette définition ne permet pas, évidemment, de confondre le venin avec le *poison,* qui est une substance toxique quelconque, fût-elle minérale. Elle le différencie aussi du *virus,* qui, d'après l'acception actuelle du mot, est un produit ou un ensemble de produits toxiques d'excrétion des microbes, toxalbumines et ptomaïnes. Nous aurons cependant plus loin un curieux rapprochement à faire entre les venins et les virus.

Le sens du mot venin une fois bien précisé, l'objet de notre étude est par là-même nettement défini, et nous

pouvons l'aborder sans crainte d'être « arrestez en plain propos » par quelque confusion.

L'ordre logique de notre matière, celui qu'a suivi Jean Grevin, demanderait peut-être qu'après nous être entendu avec le lecteur sur le mot, nous nous expliquions complètement sur la chose en étudiant d'abord la nature des venins ; mais il sera plus aisé de commencer par en rechercher la production par les organismes venimeux, et par en suivre les effets dans les animaux inoculés : avant d'étudier un objet en lui-même, il faut d'abord connaître son origine et savoir où le trouver, et il convient aussi de chercher à déduire sa nature de la connaissance qu'on a acquise de ses propriétés.

## II.

### LES ORGANISMES VENIMEUX.

Où donc, d'abord, chercherons-nous nos matériaux d'étude ? Quels sont les organismes producteurs de venin ? Nous ne tenterons pas d'en dresser une énumération complète et fastidieuse, car, hélas ! les êtres venimeux sont si nombreux qu'on ne peut faire quelques pas à travers notre pauvre monde sans en frôler beaucoup plus qu'on ne le voudrait... Mais, malgré ses désagréments, la recherche en est pourtant assez curieuse, et l'on nous permettra de nous attarder à en présenter les types les plus remarquables.

Le parcours de cette collection sera d'ailleurs d'autant plus intéressant, que nous y ferons connaissance avec différents modèles d'appareils venimeux et avec divers procédés naturels d'inoculation de venin.

Peut-être quelques lecteurs s'étonneront-ils que nous citions pour commencer des exemples tirés du règne

végétal. Des végétaux venimeux !... Ne va-t-on pas même me reprocher un solécisme ? Mais il faut bien que j'affronte l'accusation, et malgré le respect que je professe pour la délicatesse de la langue française, si exigeante de la propriété des termes, force m'est de considérer les Orties non comme des substances vénéneuses, mais comme des organismes venimeux.

Les Orties ne sont point vénéneuses ; j'avouerai même qu'une salade d'Orties, cuites suivant certaines règles culinaires que l'on connaît au pays flamand, n'est pas un mets à dédaigner. Mais les Orties sont véritablement venimeuses : elles sécrètent pour leur défense un produit dont l'inoculation provoque des effets toxiques. Tout le monde connaît cette piqûre brûlante qui menace ceux qui s'en prennent aux Orties. Ce que l'on connaît moins, dans nos pays, c'est que toutes les Orties ne se contentent pas d'une représaille relativement bénigne contre la main qui veut les malmener ; certaines Orties des pays chauds sont plus redoutables, et les botanistes leur ont donné des noms dignes d'elles : c'est l'*Urtica ferox*, de la Nouvelle-Zélande, l'*Urtica gigas*, l'*Urtica urentissima* de Java, dont la piqûre engendre les plus graves accidents : tantôt des douleurs intolérables, dont les suites peuvent durer des années, tantôt le tétanos, et la mort.

L'appareil venimeux de nos Orties communes est d'une admirable délicatesse : c'est une cellule épidermique transformée en un poil tubuleux ; l'extrémité de ce poil est aiguisée en une pointe excessivement ténue, incrustée de silice, tandis que sa base, recouverte par les cellules épidermiques voisines, est renflée en ampoule.

Dans cette ampoule s'accumule de l'acide formique, sécrété par les parois mêmes de la cellule. Qu'un doigt imprudent vienne à toucher maladroitement la pointe siliceuse du poil, cette pointe, véritable aiguille de cristal, traverse la peau et s'y brise ; mais en même temps la

tige du poil, sous la pression du doigt, s'enfonce dans la cavité de l'ampoule, et force la gouttelette d'acide à s'éjaculer dans la plaie par le tube brisé.

Ce seul exemple d'une plante venimeuse nous suffira, car il peut servir de type général : c'est d'après le même plan que sont construits les poils urticants des plantes de la famille américaine des Loasées, ceux du *Jatropha manihot,* cette autre plante américaine qui fournit le tapioca, et en général les appareils de défense des quelques plantes venimeuses que l'on connaît.

Les animaux venimeux sont beaucoup plus nombreux, et, pour procéder avec ordre, nous en signalerons les principaux types en parcourant successivement les différentes classes du règne animal.

On ne connaît aucun Mammifère et aucun Oiseau venimeux.

Quelques voyageurs avaient, il est vrai, décrit un appareil venimeux chez l'Ornithorynque, cet animal bizarre que l'Australie réservait comme une de ses nombreuses curiosités naturelles à ses explorateurs. Et le fait est que l'Ornithorynque mâle porte aux pattes postérieures un ergot pointu creusé d'une rainure qui est en rapport avec une glande particulière ; mais un examen plus attentif a montré que le produit de cette glande n'est pas vénéneux, et que l'organe entier n'est qu'un accessoire de la fonction de reproduction.

La troisième classe des Vertébrés, celle des Reptiles, est au contraire si richement représentée dans la collection des animaux venimeux, que l'opinion vulgaire a toujours associé l'idée de venin à celle de Reptile. Mais l'opinion vulgaire est souvent injuste, parce qu'elle généralise ses jugements au delà de ce qu'elle connaît : elle s'imagine que tous les Serpents sont venimeux, et elle prend tous les Reptiles pour des Serpents. En réalité, des quatre ordres qui composent la classe des Reptiles : les

Tortues, les Crocodiles, les Lézards et les Serpents, le dernier seul — ou presque seul — renferme certains êtres à venin.

L'ordre presque seul des Serpents, dis-je. C'est qu'en effet on connaît aussi un Lézard venimeux : l'Héloderme horrible *(H. horridum)*, vivant sur la côte Pacifique du Mexique. L'aspect hideux de l'Héloderme horrible justifie son triste nom : long de plus d'un mètre, hérissé de tubercules sur sa tête trapue et sur le dos, on le rencontre le soir et la nuit comme une apparition diabolique, traînant lentement son gros ventre sur des pattes maladroites ; quand on l'approche, il se fâche, cherche à mordre et, pour y parvenir, il se renverse sur le dos dans une contorsion maladroite, en bavant une écume gluante et fétide. Cet être bizarre est malheureusement encore mal étudié, et nous ne connaissons de son appareil venimeux que l'analogie de ses dents canaliculées avec celles des Serpents.

Quant aux Serpents eux-mêmes, tous ne sont pas venimeux : les Boas et les Pythons, par exemple, dont la renommée est si terrible, ne possèdent pas de dents à venin, et leur procédé d'attaque consiste simplement à enrouler leur victime et à l'étouffer.

Quoique ces bonnes bêtes ne se rattachent pas directement à notre étude, disons en passant qu'elles valent bien mieux que leur réputation : il y a encore à leur sujet une de ces injustices de l'opinion populaire si difficiles à réparer. Je les appelle de bonnes bêtes, et vraiment elles méritent ce nom : elles n'attaquent que pour se nourrir, et ne s'en prennent qu'à des animaux de taille relativement petite, des volailles, des Pécaris, de petites Antilopes ; il faut reléguer dans les domaines de l'imagination ces descriptions émouvantes de luttes entre des Serpents et des Chevaux ou des Buffles. Aucun Serpent n'est de taille à avaler une pareille proie, et l'on sait qu'ils ne peuvent dépecer leurs victimes, mais doivent les ingurgiter d'une pièce.

Il est rare qu'un Boa ou un Python attaque un homme ou même un enfant : la plupart du temps, ils fuient l'approche. Et, franchement, si parfois je trouve dans quelque récit de voyageur l'histoire d'une lutte homérique avec un Constrictor, je commence par mesurer mentalement la distance qui sépare mon pays du lieu du combat, — car on sait que l'élément héroïque de ces récits croît en raison directe du carré des distances ; — ensuite je découvre d'ordinaire que, dans ce genre d'aventures, c'est l'homme qui « a commencé », et cela me fait naturellement prendre le parti du Serpent.

Les Serpents non venimeux sont donc le plus souvent inoffensifs. Bien plus, ils sont utiles et, dans beaucoup de pays, ils sont tolérés et protégés dans les habitations et jusque dans les chambres à coucher, pour les services qu'ils rendent en détruisant les rats et les autres animaux malfaisants : c'est le cas au Brésil pour le *Boa constrictor*.

Un fait semblable se passe aux Philippines. M. Cartuyvels, autrefois consul général à Manille, m'a raconté que les indigènes aiment à posséder chez eux un énorme Serpent, qui loge d'habitude dans les combles, et pour lequel ils professent les mêmes sentiments protecteurs que les habitants de nos campagnes pour les hirondelles de leur toit.

Enfin ces êtres sont pacifiques de leur nature, comme le sont d'ordinaire les géants, et, pour en donner un dernier trait, je citerai ce joli tableau d'intérieur que j'emprunte à un naturaliste bien connu pour ses travaux sur les Reptiles : « Je conservais, dit Sumichrast, plusieurs Boas vivants et tout à fait en liberté dans la cour de mon habitation ; ils ne se mettaient guère en mouvement que la nuit et ne sortaient que pour se soleiller sur la toiture... Ces Boas étaient si bien faits à notre société, que mes petites filles, âgées l'une de sept ans et l'autre de neuf ans à peine, jouaient avec eux, les tiraillaient, sans que

jamais ils cherchassent à châtier d'un coup de dent ces libertés d'un âge sans pitié. »

Après ce court plaidoyer en faveur des grands Serpents, je me reprocherais d'oublier une autre victime du préjugé, les innocentes Couleuvres de notre pays. Elles non plus ne peuvent nuire, puisqu'elles n'ont point de dents venimeuses ; mais je n'ose guère affirmer qu'elles nous rendent de vrais services, car si elles dévorent quelques petits rongeurs de nos campagnes, d'autre part elles ne se font pas scrupule d'avaler de petits Oiseaux, des Crapauds et des Grenouilles. Tenons-les pour des êtres indifférents, et ne les persécutons pas, ne fût-ce que par égard pour leur gracieuse souplesse.

Je pourrais citer un grand nombre d'autres Serpents non venimeux, mais j'ai hâte de revenir à l'objet propre de notre étude.

Si les Serpents non venimeux sont des êtres peu nuisibles à l'homme, il en est tout autrement de ceux que la nature a pourvus d'un appareil à venin. Il est peu d'animaux plus redoutables, et quelques chiffres en porteront un témoignage effrayant : des statistiques, dressées par les soins du gouvernement dans les Indes anglaises, — on sait que c'est une région « privilégiée » quant à l'abondance des Reptiles, — établissent que dans la seule présidence du Bengale, pendant l'année 1869, il mourut 6219 personnes à la suite de morsures de Serpents ; pendant l'année 1880, le nombre des victimes pour les Indes anglaises entières fut de 19060 ; en 1881, de 18610. En comparaison de ces ennemis terribles, les Tigres et les Panthères des jungles ne sont que des animaux inoffensifs, et l'on en saisit assez facilement la raison : c'est que les grands fauves s'aventurent peu dans les villes et les villages, tandis que rien n'est plus commun, dans les pays infestés de Serpents venimeux, que de rencontrer ces Reptiles dans les jardins les mieux tenus, et jusque dans les maisons.

Un de mes amis, qui a longtemps habité Shang-haï, m'a

rapporté que les habitants ont coutume, avant de se coucher, de parcourir toutes les chambres de leur maison en s'armant d'une lampe et d'une baguette pour chasser un petit Serpent venimeux qui s'y réfugie souvent ; on le découvre parfois jusque dans les couvertures de lit, mais habitué qu'on est à de semblables rencontres, on ne s'en émeut qu'à demi, et l'on se débarrasse de l'importun en lui brisant l'échine d'un fort coup de baguette.

Les Serpents venimeux n'attaquent cependant pas l'homme pour en faire une proie. Si les grands Ophidiens dont nous avons déjà parlé, les Boas et les Pythons, sont incapables d'avaler une masse aussi considérable que le corps humain, à bien plus forte raison ceux qui nous occupent maintenant reculeraient-ils devant un pareil repas, car les Serpents venimeux, en règle générale, sont d'une taille inférieure à celle des autres. Il ne faut donc voir dans les coups de dent qu'ils nous adressent, quand l'occasion s'en présente, que des mouvements de défense, parfois trop précipités, je le veux bien, mais en somme assez excusables à leur point de vue... Ce n'est pas que je veuille ici faire leur apologie de parti pris : j'avoue que ces animaux n'ont point ma sympathie, et même je concède volontiers qu'ils ont le caractère irritable, presque hargneux ; — mais il faut être équitable : ce n'est point de la méchanceté. J'ai souvent pensé, en étudiant l'histoire des animaux, que la méchanceté, c'est-à-dire l'amour de nuire pour le plaisir de faire souffrir, n'existe pas dans le règne animal, si ce n'est... faut-il nommer l'exception ? Tout le monde me devine, hélas ! c'est le seul animal qui comprenne que la méchanté est un mal, et cependant il est trop vrai qu'il est souvent bien méchant ! On m'a dit qu'il cherchait parfois même à se rendre venimeux...

J'aime mieux les Serpents.

Les Serpents venimeux se partagent en trois catégories, que les naturalistes ont étiquetées de noms grecs : les Solénoglyphes, les Protéroglyphes et les Opistoglyphes.

Les Serpents solénoglyphes sont les plus redoutables. Chez eux, l'os maxillaire supérieur, qui est gros et court, porte une dent recourbée en crochet et creusée d'un petit canal dans toute sa longueur ; le plus souvent, derrière ce crochet, il s'en trouve plusieurs autres rudimentaires, destinés à le remplacer lorsqu'il se brise, ou lorsqu'il tombe normalement, ainsi que cela a lieu périodiquement dans plusieurs espèces. Ce remplacement se fait avec une rapidité extrême : en quelques jours, un crochet brisé ou tombé se trouve remplacé.

Ajoutons que la mâchoire des Serpents venimeux porte en outre un assez grand nombre d'autres dents, mais qui ne sont point canaliculées, et ne jouent aucun rôle dans l'injection du venin. A la pointe du crochet, qui est très acéré, le canal s'ouvre par une petite fente ; à la base de la dent il entre en communication avec le canal excréteur de la glande venimeuse. Celle-ci n'est qu'une glande salivaire transformée ; très développée, elle est située en dessous de l'œil, et se prolonge en arrière ; dans quelques espèces, elle s'étend jusqu'au-dessus des premières côtes ; une capsule fibreuse l'enveloppe, comme toutes les grandes glandes.

Au repos, c'est-à-dire quand la bouche est fermée, l'os maxillaire est dans une position telle que le crochet, dirigé en arrière, est couché le long de la lèvre supérieure dans une sorte de gouttière formée par la gencive. Mais, chez tous les Serpents, les os des mâchoires sont tous mobiles les uns sur les autres, et lorsque l'animal ouvre largement la bouche pour mordre, l'os maxillaire pivote automatiquement sur les voisins, de façon que le crochet se redresse perpendiculairement à la mâchoire supérieure.

A ce moment, l'aspect de l'animal est véritablement terrifiant : le cou est replié en arrière, et l'on devine dans la position de tout le corps que l'animal est bandé comme un ressort. La gueule est ouverte sous un angle tellement obtus que les deux mâchoires forment une ligne presque

droite, et, au sommet de la mâchoire supérieure, les deux crochets se dressent menaçants. Le Serpent semble viser le corps de son ennemi à l'endroit favorable, puis, brusquement, avec la rapidité de l'éclair, le ressort se débande, et les deux crochets vont s'implanter dans la chair de la victime. En même temps, les muscles de la mâchoire supérieure ont comprimé avec violence les deux glandes venimeuses, et le produit toxique pénètre dans la plaie par les canaux des crochets. Aussitôt le Serpent retire vivement la tête en arrière, prêt à frapper de nouveau si le premier coup ne lui paraît pas suffisant. Une Vipère plonge ainsi sa dent meurtrière jusqu'à cinq ou six fois de suite dans le corps dont elle fait sa proie. Après l'inoculation du venin, le Reptile attend toujours la mort de sa victime avant de commencer à l'avaler.

La description que nous venons de faire s'applique aussi bien aux Serpents protéroglyphes qu'aux solénoglyphes, à part ce détail, que chez les premiers les crochets ne sont pas tubuleux, mais seulement sillonnés d'une gouttière sur la face antérieure; disposition facile à rattacher à la première par une considération embryologique : le canal des Solénoglyphes n'est que le développement de la gouttière des Protéroglyphes, par la soudure antérieure des bords de cette gouttière.

Le canal et la gouttière ont d'ailleurs la même fonction : c'est par la gouttière que s'inocule le venin des glandes. Il faut ajouter que celles-ci sont moins développées chez les Protéroglyphes que chez les Solénoglyphes.

Enfin les Opistoglyphes, quoique venimeux, sont à peine à craindre: la disposition de leurs crochets, reculés derrière les autres dents non venimeuses, les rend presque incapables d'une morsure dangereuse, et leurs glandes venimeuses sont d'ailleurs peu développées. Il résulte de cette disposition des dents que la victime des Serpents opistoglyphes ne reçoit la morsure venimeuse qu'au moment où le Serpent commence à l'avaler.

Je ne pourrais sans fatiguer le lecteur mentionner ne fût-ce que les principaux représentants du groupe des Ophidiens venimeux. Je me bornerai à en citer quelques exemples choisis dans la multitude.

Le type du Serpent venimeux s'observe dans la tribu des Crotalidés, de la famille des Solénoglyphes. C'est dans cette tribu qu'on rencontre les Crotales ou Serpents à sonnette, les Trigonocéphales, le fameux Fer de lance, et d'autres Reptiles redoutables propres à l'Amérique tropicale ou au sud-ouest de l'Asie.

Le Fer de lance *(Bothrops lanceolatus)* est peut-être le plus redouté de tous les Serpents. La Martinique est sa vraie patrie, et il infeste cette île avec une abondance qui en fait un fléau : dans une seule plantation, on y tua en une année 600 de ces Reptiles. Le Fer de lance peut mesurer deux mètres de long ; ses crochets, extrêmement acérés, atteignent jusqu'à un centimètre et demi. Sa blessure est presque toujours mortelle, et tue parfois avec une rapidité presque foudroyante, tandis que d'autres fois elle engendre des accidents qui durent des années et conduisent lentement au tombeau.

Les Vipères sont les principaux représentants des Solénoglyphes dans l'ancien continent, comme les Crotales le sont spécialement dans l'Amérique.

La plus intéressante est la Vipère péliade *(Vipera berus*, syn. *Pelias berus)*; de tous les Serpents, c'est celui dont le domaine géographique est le plus étendu : on le rencontre depuis les côtes de l'Atlantique jusqu'en Mongolie, et depuis les sables brûlants de l'Afrique jusqu'au delà du cercle polaire. C'est dire qu'il sévit aussi en Belgique, dont il est d'ailleurs le seul Reptile venimeux. Moins svelte dans ses formes et plus lente dans ses mouvements que nos Couleuvres, la Vipère s'en distingue encore par sa tête triangulaire, et par quelques caractères tirés de la disposition des écailles. Quoiqu'elle ne s'attaque guère qu'aux petits rongeurs des champs,

dont elle se nourrit, elle n'est pas sans danger pour l'homme, lorsqu'on l'attaque ou qu'on l'effraie : sa morsure engendre des accidents très douloureux, et qui pourraient même être mortels chez les enfants. Nous y reviendrons plus loin avec quelques détails.

Moins venimeux que les grands Solénoglyphes, les Protéroglyphes sont cependant encore de très redoutables Reptiles, et tout le monde a entendu parler avec effroi des Serpents de mer, du Serpent corail de l'Amérique du Sud, des Cobras ou Serpents à lunettes des Indes.

Les Serpents de mer *(Platurus, Pelamys, Hydrophis,* etc.) présentent un remarquable exemple de l'adaptation de l'organisme à son milieu : leur queue est comprimée transversalement pour la natation, leur narines peuvent se fermer complètement, leurs yeux sont conformés pour voir sous l'eau, leur vaste poumon peut contenir une énorme provision d'air de façon à permettre un séjour prolongé dans les profondeurs. La mer est si bien leur élément que, si quelque accident les met à sec, on les voit, à demi aveuglés, se traîner sur le sol avec autant de maladresse qu'ils possédaient d'agilité dans l'eau, et périr misérablement en un jour ou deux.

Les victimes ordinaires des Serpents de mer sont naturellement les Poissons, mais il n'est que trop fréquent que les pêcheurs en retirent dans leurs filets et payent de leur vie le malheur de les avoir troublés ; ces trouvailles funestes sont d'autant plus redoutables que les Serpents marins, — à l'encontre des espèces terrestres, — vivent ordinairement en troupes nombreuses, de telle sorte qu'un seul coup de filet peut amener dans la barque une véritable grappe venimeuse.

Les Serpents à lunettes *(Naja tripudians)* infestent les îles de la mer des Indes. Lorsque l'animal est excité, il se dresse, gonfle énormément la peau de son cou, qui est très extensible, et montre alors sur le dos de cette portion distendue un dessin d'écailles qui rappelle la forme d'un

binocle, d'où le surnom de l'animal. La morsure des Serpents à lunettes est presque toujours mortelle.

Les Opistoglyphes sont représentés en Europe par une espèce unique, qui habite le littoral méditerranéen, la Couleuvre de Montpellier *(Cœlopeltis insignitus)*. J'ai eu l'occasion d'observer longtemps un magnifique exemplaire de cette espèce à Montpellier même: elle était en captivité dans une salle de laboratoire où je passais presque toutes mes journées ; lorsqu'on s'approchait de sa cage de verre, elle se redressait ordinairement en sifflant ; mais ce n'était pas un être fort dangereux : un de mes compagnons d'étude ne craignait nullement de jouer avec elle et de s'en faire un collier.

Dans la classe des Batraciens, les Crapauds, les Salamandres et les Tritons portent des glandes cutanées venimeuses, parsemées sur le dos; le Crapaud en porte également sur le côté dorsal des membres ; deux de ces glandes sont particulièrement développées sur les côtés de la nuque. Quoique le produit de ces glandes soit fortement toxique, et que leur sécrétion soit abondante, il est impossible, malgré le préjugé vulgaire, de considérer ces animaux comme dangereux, puisqu'ils n'ont aucun appareil pour inoculer leur venin. Ils nous sont au contraire éminemment utiles, en ce qu'ils dévorent — le Crapaud surtout — une grande quantité de Limaces, de larves, d'insectes, et d'autres petits ennemis de nos cultures.

Tout l'usage défensif que le Crapaud peut faire de son venin est de le faire suinter par gouttelettes sur sa peau, pour dégoûter ses ennemis. On a considéré les glandes venimeuses du Crapaud comme dépourvues de canaux excréteurs ; notamment MM. Phisalix et Bertrand, dont nous aurons tantôt à louer les beaux travaux sur les venins, paraissent partager cette idée commune (1).

Je pense que c'est une erreur, et je crois avoir bien

(1) ARCH. DE PHYSIOL., juillet 1893, p. 511.

observé que les glandes dites parotidiennes du Crapaud sont en communication avec la surface libre de la peau par de fins canaux. Quoi qu'il en soit, le pauvre animal n'a rien de redoutable ; son venin ne peut agir qu'en pénétrant soit dans les voies digestives, soit directement dans le sang ; il peut bien aussi irriter les muqueuses, mais il est sans action sur la peau (1).

On a cité des Poissons venimeux, notamment la Vive *(Trachinus)*, la Pastenague *(Trigon)*, le Chabot *(Cottus)*, le Diable de mer *(Scorpaena)*, et quelques autres. Mais il faut faire une distinction entre ces animaux : un grand nombre de Poissons, les Diables de mer, les Chabots, etc., ont les rayons des nageoires terminés en pointe acérée, ou portent même de véritables épines en quelques points du corps ; lorsque ces pointes font une blessure, celle-ci peut être excessivement douloureuse, parce qu'il y pénètre un peu du mucus que sécrètent normalement les glandes cutanées de la plupart des Poissons ; mais on ne peut guère considérer ces glandes et ces appareils comme venimeux. Certains Poissons au contraire ont un véritable appareil venimeux : telle est la Vive, qui porte sur chaque opercule une épine sillonnée de deux gouttières déversant le produit d'une glande à venin. Les pêcheurs des côtes belges connaissent et redoutent cette arme vraiment dangereuse; ils s'empressent de l'arracher au moment où ils retirent le Poisson de leur filet.

C'est à peine si nous connaissons des représentants venimeux de l'embranchement des Mollusques. Nous nommerons cependant pour mémoire les Cônes *(Conus)*, dont les nombreuses espèces fournissent de si jolies coquilles aux collectionneurs ; la langue des Cônes porte une ou deux dents reliées par un large canal excréteur à une grosse glande venimeuse.

(1) Je parle de la peau humaine : les Grenouilles, dont la peau ressemble à une muqueuse, s'empoisonnent au contact des Crapauds.

L'embranchement des Articulés nous présenterait les plus nombreux sujets d'étude dans les classes des Insectes, des Myriapodes et des Arachnides. Mais cette richesse même est désespérante, et c'est ici surtout qu'il faudra nous restreindre.

La seule classe des Insectes mériterait une longue étude spéciale au point de vue qui nous intéresse. Je me borne à regret à décrire en abrégé deux types d'Insectes venimeux : l'Abeille et la Nèpe.

Il est assez étonnant que les travaux innombrables que l'on a faits sur l'Abeille n'aient donné pendant longtemps que des notions assez grossières sur son appareil venimeux. Ce n'est guère qu'il y a une dizaine d'années que Carlet a complété ces notions dans une série de notes présentées à l'Académie des sciences de Paris. Les recherches de Carlet, malgré leur intérêt, sont restées peu connues, et la plupart des livres sur les Hyménoptères n'en font pas même mention.

On sait que l'aiguillon de l'Abeille est caché dans la partie terminale de l'abdomen. Il se compose d'un tube appelé gorgeret dans lequel peuvent glisser deux stylets : on ne peut mieux comparer ce délicat instrument qu'au trocart des chirurgiens. Lorsque l'animal veut piquer, il fait saillir le gorgeret de l'abdomen, perfore la peau de la victime au moyen des stylets, et introduit la pointe du gorgeret dans la plaie ainsi faite ; en même temps une vésicule pleine de venin déverse son contenu dans le gorgeret, dans lequel son canal de sortie vient s'aboucher, et le liquide s'écoule par le gorgeret dans la plaie. Tel est le plan d'ensemble de l'appareil, et sa réalisation présente des détails d'une admirable délicatesse.

Chacun des deux stylets est une tige creuse, non pour servir de canal au venin, car celui-ci s'échappe par le gorgeret, mais pour un motif de solidité : les ingénieurs nous apprennent en effet, dans leurs traités de résistance des matériaux, qu'à égalité de poids une tige creuse est

plus résistante qu'une tige pleine. L'extrémité de chaque stylet porte sur le côté une rangée de dix dents ; l'Abeille peut manœuvrer ces deux scies microscopiques simultanément ou alternativement, et l'on est frappé, dit Carlet, de voir que des stylets si ténus soient toujours intacts, qu'ils conservent toujours un parallélisme parfait, sans que jamais l'un empêche le glissement de l'autre, sans que jamais les dix dents saillantes qui arment leur extrémité s'accrochent et s'ébrèchent au bord du gorgeret. Le fait s'explique lorsqu'on examine des coupes transversales pratiquées à travers tout l'aiguillon : on observe par ce moyen que chaque stylet porte sur toute sa longueur une gorge à bords légèrement rapprochés. Dans cette gorge est engagée une baguette soudée au bord du gorgeret, et qui forme une sorte de rail de chemin de fer : le stylet glisse donc sur ce rail pincé dans la gorge par un mouvement de coulisse qui rend tout déraillement impossible, maintient par conséquent le stylet dans une direction précise et l'empêche d'aller frôler soit l'autre stylet, soit le bord du gorgeret (1).

Un mécanisme non moins curieux préside à l'expulsion du venin. On avait cru longtemps que les stylets de l'Abeille n'étaient que de simples perforateurs, et que la vésicule du venin se contractait pour lancer son contenu dans la plaie. C'est en effet ce qui a lieu chez certains Hyménoptères ; mais Carlet a montré que la vésicule de l'Abeille et des Mellifères en général fait exception : elle ne présente pas de revêtement musculaire et n'est pas contractile. Les stylets eux-mêmes sont les organes propulseurs du venin : à cet effet, la base de chaque stylet, logée dans la base un peu renflée du gorgeret, porte une sorte de plateau transversal qui, entraîné par le mouvement de va-et-vient du stylet, peut glisser dans toute la longueur de la base du gorgeret. C'est un véritable *piston*, dont le

(1) COMPTES RENDUS AC. SC, 1885, t. II, col. 89.

stylet est la tige et le gorgeret le corps de pompe. Ce piston a la forme d'une épaulette dont les filets chitineux sont réunis par une membrane ; lorsque le stylet glisse vers l'extérieur, cette membrane se développe comme un parapluie qui s'ouvre, et chasse le venin devant elle, c'est-à-dire vers l'orifice du gorgeret ; le stylet revient-il en arrière, les filets de l'épaulette se rapprochent, la membrane qu'ils sous-tendent se rabat, et la quantité de venin située derrière le piston passe en avant entre le piston et la paroi du gorgeret ; un nouveau mouvement en avant du stylet et de son épaulette de nouveau distendue chasse ensuite cette nouvelle charge de venin dans la plaie, en même temps qu'il produit en arrière par aspiration un nouvel afflux de venin de la vésicule dans la base du gorgeret. L'appareil affecte donc la disposition d'une seringue, ou plutôt d'une pompe foulante à deux pistons.

« Je ne crois pas, ajoute l'auteur de ces curieuses découvertes, que le mécanisme de la seringue se trouve ailleurs dans le règne animal, et qu'un instrument aussi parfait que celui que j'ai décrit ait été jamais réalisé dans l'industrie (1). » On ne peut que partager l'admiration de Carlet, lorsqu'on songe que tout cet appareil si compliqué tiendrait à l'aise dans le volume de la pointe de la plus fine des aiguilles, comme dans une armoire beaucoup trop vaste.

Le hasard m'a fait rencontrer un cas analogue, non moins intéressant, chez la Nèpe, au cours d'une recherche que j'ai faite il y a quelques années sur le système digestif de cet Insecte.

La Nèpe (*Nepa cinerea*) est un Insecte de l'ordre des Hémiptères, qui vit dans les eaux vaseuses, et se nourrit en suçant le sang des Tritons, des jeunes Grenouilles, des Vers de terre, des larves de Phryganes, etc. On en voit quelquefois par centaines au bord des mares, traînant

(1) COMPTES RENDUS AC. SC., 1884, t. II, col. 206.

maladroitement leur corps plat et hideux à la surface de la fange humide où elles aiment à s'embourber ; leurs pattes antérieures, conformées en cisailles, sont toujours prêtes à pincer brusquement le premier objet mobile qui passe à leur portée, et lorsque cet objet se trouve par chance être une patte ou une queue de Triton, c'est pour le misérable Insecte l'occasion d'une royale bombance ; aussi rien ne peut alors lui faire lâcher prise : le pauvre Triton se tortille en vain dans de violentes contorsions, la Nèpe tient bon et se laisse secouer sans émoi.

Il m'est arrivé souvent, en pareille occasion, de saisir l'Insecte par les pattes de derrière ou par un appendice respiratoire qu'il porte en forme de queue, et de soulever avec le vorace petit animal le Triton frétillant, qui pesait peut-être cinquante fois plus que lui ; parfois la queue me restait en main, sans que la Nèpe cessât de sucer sa proie. Une fois solidement ancrée par ses tenailles sur le corps du Triton, la Nèpe explore la peau de sa victime avec son rostre, puis, la place favorable bien choisie, elle y appuie celui-ci. C'est une arme terrible que ce rostre : il sert de gaine à quatre dards d'une acuité inouïe, barbelés chacun d'une manière différente, ce qui fait croire que chacun a son rôle particulier dans l'action d'ouvrir la blessure. Au moment où ces pointes cruelles percent la peau, l'infortuné Triton bondit et jette un petit cri d'angoisse : c'est qu'à peine la peau trouée, le rostre s'enfonce dans la plaie qu'il élargit, et se transforme en une canule de trocart par laquelle la Nèpe instille son venin. Presque immédiatement le Triton, soit effet du venin, soit désespoir, cesse de se débattre ; le rostre devient un suçoir par lequel l'Insecte boit le sang de sa victime. Cet affreux supplice peut durer une heure, après quoi l'Insecte repu se détache. Quant au Triton, il paraît malade pendant un jour ou deux et guérit d'ordinaire ; mais j'ai vu des Tritons périr en quelques heures sous les attaques d'une demi-douzaine de Nèpes.

En disséquant avec précaution la tête de la Nèpe, j'ai pu

observer en arrière de la bouche, sous le pharynx, un merveilleux petit appareil. Il se compose d'un petit canal aboutissant en avant dans le rostre, se dilatant en arrière en une cavité plus ou moins cylindrique à paroi chitineuse, qui remplit, comme on va le voir, l'office d'un véritable corps de pompe. Le fond de celui-ci est un disque chitineux mobile, relié sur tout son pourtour au bord postérieur du corps de pompe par une membrane circulaire extensible et élastique, qui lui permet de s'avancer et de reculer dans la cavité cylindrique; ce disque est donc un piston capable de restreindre et d'agrandir la capacité du cylindre. Il est porté par une tige chitineuse comme lui, qui s'étend en dehors et en arrière du cylindre, et que deux faisceaux de muscles peuvent retirer en arrière ; à l'état de repos, c'est-à-dire lorsque ces muscles sont relâchés, l'élasticité propre de la membrane circulaire maintient le piston enfoncé dans le corps de pompe. Sur la paroi inférieure du corps de pompe viennent déboucher deux canaux excréteurs des glandes venimeuses.

Cette description très sommaire de l'appareil — car j'en passe à regret plus d'un curieux détail — suffit à suggérer l'idée de son usage : au moment où la Nèpe vient de trouer la peau de sa victime au moyen de ses quatre scies microscopiques, les muscles rétracteurs du piston le font reculer, et le vide qui se produit ainsi dans le corps de pompe y appelle un afflux de venin, qu'y déversent les canaux des glandes. Le piston revenant ensuite de lui-même envahir la cavité du corps de pompe, en expulse le venin qui s'y est accumulé ; mais celui-ci ne peut rentrer dans les canaux excréteurs, dont les ouvertures sont protégées par des soupapes, et ne trouve pour s'échapper que le canal qui le conduit au rostre, d'où il se répand dans la plaie (1).

(1) Depuis que j'ai fait ces observations, j'ai appris que M. le Dr Léon, professeur à l'Université de Jassy (Roumanie), avait poursuivi des recherches

Des observations que j'ai faites sur le Notonecte *(Notonecta glauca)*, le Ranâtre *(Ranatra linearis)*, la Punaise *(Cimex lectuarius)*, sur quelques Hémiptères du midi de la France, ainsi que sur un Bélostome du Brésil, m'ont appris que l'appareil venimeux que je viens de décrire varie peu chez les divers Hémiptères.

Quelque intéressants que soient les Insectes venimeux, particulièrement au point de vue de leurs merveilleux appareils de piqûre, nous devons bien les quitter si nous voulons encore dans cette étude faire l'honneur d'une mention aux représentants venimeux des autres classes qu'il nous reste à parcourir.

Nous nous arrêterons peu à celle des Myriapodes, dont un bon nombre sont cependant venimeux. Leur appareil venimeux consiste en deux crochets, les forcipules, qui sont des pattes transformées situées aux deux côtés de la bouche. La structure interne de ces organes n'a pas été étudiée jusqu'aujourd'hui avec un détail suffisant pour fournir des données intéressantes à notre travail.

La piqûre des Myriapodes n'a pas de gravité réelle chez l'homme. J'ai vu cependant le cas assez sérieux d'un jeune homme mordu par un Scolopendre du midi de la France ; il y eut une douleur assez intense pour provoquer une syncope; le membre atteint gonfla et devint raide, puis se couvrit d'un urticaire ; les accidents durèrent deux ou trois jours.

Parmi les Arachnides venimeux, nous citerons les Scorpions et les Araignées. On trouve des Scorpions en assez grande abondance dans l'Europe méridionale; ils abondent

analogues. M. le Dr Léon, à qui je suis heureux d'exprimer ici ma reconnaissance, a bien voulu me communiquer quelques-uns de ses résultats, et j'ai été charmé de constater que nos observations concordaient en divers points. Cfr Léon, *Organes de succion chez les Hydrocores et les Géocores*. Voir aussi Geise, *Die Mundtheile der Rhynchoten*.

en Italie et sur tout le littoral méditerranéen ; près de Cette, par exemple, il est une colline qui passe pour un vrai repaire de Scorpions. Ces Scorpions européens, certains d'entre eux surtout, font une piqûre excessivement douloureuse, dont les suites peuvent même être dangereuses ; mais ce sont principalement les espèces des pays chauds qui sont réellement à redouter pour l'homme.

Le venin du Scorpion est sécrété par une double glande logée dans le dernier anneau du corps. L'appareil inoculateur est un simple aiguillon en crochet qui termine cet anneau et près de la pointe duquel viennent s'ouvrir par deux pores presque microscopiques les deux canaux excréteurs.

L'éjaculation du venin se fait ici par un mécanisme que nous n'avons pas encore signalé. Chez les Serpents, la glande est comprimée automatiquement par le simple mouvement des muscles qui abaissent la mâchoire supérieure ; chez les Insectes que nous avons étudiés, intervient un appareil de pompe ; chez le Scorpion, la compression de la glande est autonome : des faisceaux musculaires disposés en spirale la recouvrent presque complètement.

Les victimes ordinaires du Scorpion sont des Insectes et les Araignées. Il saisit sa proie entre les pinces d'écrevisse qu'il porte en avant, l'élève et la maintient au-dessus de sa tête, et dans cette position, redressant sa queue armée par-dessus son dos, il la frappe d'un coup rapide d'aiguillon. C'est d'ailleurs toujours par cette manœuvre de la queue que le Scorpion cherche à piquer, même pour sa défense ; mais il ne réussit pas à chaque coup, surtout quand il a affaire à un grand ennemi : il lui arrive souvent de frapper par la courbure de son dard en dirigeant mal la pointe, de sorte que l'arme glisse sans pénétrer. De plus, les pores vénénifères ne sont pas situés à la pointe même du dard, mais un peu en arrière, ce qui donne une nouvelle chance pour que le venin ne soit pas inoculé.

Les attaques venimeuses dont nous avons parlé jusqu'ici se rapportent à deux types bien distincts : la piqûre ou la morsure. Le procédé des Araignées tient à la fois des deux modes. Elles saisissent et enveniment leur proie par deux crochets appellés chélicères situés devant la tête et agissant à peu près comme des mâchoires, quoique, à la vérité, ces chélicères ne soient anatomiquement que des homologues des antennes des Insectes.

Chacun d'eux est percé d'un canal excréteur qui s'ouvre à la pointe, et qui déverse le produit d'une glande venimeuse ; celle-ci éjacule son venin, comme chez le Scorpion, sous l'effort d'une couche de muscles en spirale qui l'enveloppe.

Aucune Araignée européenne n'est dangereuse pour l'homme. Le naturaliste Winckelman a eu le zèle scientifique de se faire piquer par toutes les plus grosses Araignées qu'il a pu se procurer, et, d'après son récit, aucune de ces piqûres ne produisit le moindre effet venimeux : un coup léger d'une fine aiguille devait produire exactement le même effet. Ce fait est particulièrement remarquable : non seulement la piqûre de l'Araignée est sans danger, mais le venin de l'Araignée est de nul effet sur l'organisme humain, ne produisant ni brûlure ni tuméfaction, alors qu'il tue d'une façon presque foudroyante les petits Articulés dont l'Araignée se nourrit. Nous reviendrons plus loin sur ce singulier phénomène que présentent certains venins, de n'être actifs que sur certains organismes.

Cette simple observation suffit pour indiquer la valeur des préjugés et des légendes qui circulent sur le compte de certaines Araignées, telles que la Tarentule italienne. Peut-être cependant y aurait-il lieu d'être moins affirmatif sur l'innocuité de quelques Araignées des pays chauds, telles que ces fameuses Mygales américaines qui font leur proie de petits Oiseaux.

La dernière classe des Articulés, les Crustacés, ne possède

pas d'animaux venimeux, et l'on n'en trouve pas davantage dans l'embranchement des Vers.

Les Échinodermes, malgré leur nom et leur aspect épineux, n'ont rien non plus de venimeux, tandis que l'embranchement des Cœlentérés, frères des Échinodermes, ne comprend que des individus à aiguillons et à venin. C'est vraiment ici qu'il ne faut point juger d'après les apparences : assurément les Oursins hérissés d'épines semblent bien plus redoutables que les Méduses molles et luisantes, et cependant les épines de l'Oursin sont inoffensives, et la chair gélatineuse de la Méduse est toute couverte de dards invisibles, acérés et empoisonnés.

Ces dards des Cœlentérés s'appellent des nématocystes (1). C'est le dernier exemple d'organe venimeux que nous décrirons, et ce n'est pas le moins curieux.

Les nématocystes sont des cellules d'origine ectodermique qui criblent littéralement certaines portions des téguments extérieurs. Chacune de ces cellules se termine vers l'extérieur par un repli résistant de sa membrane, en forme de sac ; ce sac n'est pas entièrement fermé, et sur le bord de son orifice il porte un aiguillon d'une finesse extrême qu'on nomme le cnidocil. Mais ce n'est pas encore là le dard venimeux : celui-ci est un filament élastique enroulé ou replié sur lui-même comme un ressort bandé, et contenu tout entier dans une capsule membraneuse, renfermée elle-même dans le sac déjà décrit. La capsule recèle avec le filament un liquide urticant qui le baigne. Le moindre attouchement du cnidocil détermine l'ouverture brusque du sac et, du même coup, la détente violente du filament spiral qui se projette au dehors en prenant la raideur d'une baguette.

On connaît ces petits jouets à surprise qu'on appelle

(1) La présence des nématocystes caractérise les vrais Cœlentérés, à l'exclusion des Spongiaires : c'est un argument de plus, tout secondaire qu'il soit, pour séparer les Spongiaires des Cœlentérés dans la classification, ainsi que les zoologistes tendent de plus en plus à le faire.

des boites-à-diable : ils ont l'aspect extérieur d'une tabatière, mais lorsque le couvercle se déclenche, on en voit bondir un petit diablotin. C'est ainsi que jaillit le trait empoisonné du nématocyste. Lorsque ce trait vient à se ficher dans la peau, il entraîne avec lui la capsule à venin, dont le contenu se répand dans la plaie.

## III.

### EFFETS PATHOLOGIQUES DES VENINS.

L'empoisonnement par les venins porte le nom d'*envenimation*. Le type de cet accident sous sa forme la plus redoutable est l'*échidnisme*, ou envenimation par la morsure des Serpents.

On a pu juger de ses dangers par les chiffres de statistique que nous avons donnés plus haut (p. 101). Dans les pays chauds, l'échidnisme est en effet ordinairement mortel, et de tous les genres de mort il en est peu qui s'entourent de plus d'horreur. Bien que tout le monde ait lu de ces histoires affreuses dans les livres de voyages, il nous a paru intéressant de transcrire ici l'un de ces récits, particulièrement poignant, et auquel l'autorité de l'auteur donne d'ailleurs une valeur spéciale.

« Après avoir traversé le Murre, raconte Schomburgh, nous marchâmes plus au nord-ouest à travers une savane, au milieu de laquelle coulait une rivière d'environ trois mètres de large qui nous barrait le passage et coupait le sentier. Dans le lit de la rivière était un bloc de grès qui nous aida à passer le cours d'eau. J'étais le seizième à passer ; immédiatement derrière moi venait la jeune indienne Kate, qui avait obtenu l'autorisation de suivre son mari à cause de son caractère gai et plaisant ; elle était le boute-en-train et la chérie de toute la société.

» Au moment de passer le cours d'eau, quelques petites fleurs attirèrent mon attention, et ne me rappelant pas si je les avais dans mon herbier, je m'arrêtai quelque temps pour les examiner. Kate m'invita alors à sauter sur la pierre ; je pris un point d'appui et je le fis en riant. A ce moment même un cri d'horreur poussé par Kate me terrifia, et les Indiens qui nous suivaient firent entendre le cri de terreur : « Akuy! Akuy! (un Serpent venimeux!) » Je me retournai pâle comme la mort vers Kate qui se tenait à côté de moi sur le même bloc de pierre, et lui demandai si elle avait été mordue. La malheureuse se mit à pleurer, et je remarquai plusieurs gouttelettes de sang à la jambe droite, dans la région du genou. Seul un Serpent venimeux avait pu faire une semblable blessure, seuls les soins les plus prompts et les plus énergiques avaient quelque chance de sauver notre enfant gâtée. Par malheur, le Dr Fryer et mon frère se trouvaient à l'autre extrémité de la caravane, tandis que l'Indien qui portait la pharmacie et la trousse contenant les lancettes avait déjà traversé la rivière et se trouvait bien en avant. A défaut d'autre chose, je défis sans retard mes bretelles et liai avec elles le membre aussi fortement que je le pus, pendant que je faisais sucer les plaies par les Indiens de ma suite. Je crois que la pauvre femme n'avait pas senti qu'elle avait été blessée, bien qu'elle eût été mordue deux fois, d'abord au-dessus d'un bracelet de perles qui entourait le membre au-dessous du genou, puis un peu en dessous de ce même collier. Nos allées et venues attirèrent l'attention des gens qui composaient notre caravane ; le mari de Kate arriva. En apprenant la terrible nouvelle, il ne laissa paraître aucune émotion, bien qu'il fût en réalité très épouvanté. Pâle comme un mort, il se précipita à côté de sa femme chérie, et se mit à sucer encore les plaies. Pendant ce temps, Fryer, mon frère et l'Indien arrivèrent avec la pharmacie. Fryer incisa largement les blessures qui furent sucées par les Indiens. Le cercle formé par ces hommes

au regard impassible, les lèvres teintes de sang, avait quelque chose d'horrible.

» Bien que des soins eussent été donnés pour ainsi dire immédiatement, bien que nous ayons employé l'ammoniaque à l'extérieur comme à l'intérieur, tous nos efforts furent vains. Trois minutes après la morsure, les signes de l'empoisonnement étaient déjà évidents ; la malheureuse se mit à trembler de tous les membres, tandis que le visage devenait de plus en plus pâle et prenait un aspect cadavérique ; le corps se couvrit d'une sueur froide, tandis que la pauvre femme se plaignait de violentes douleurs dans tout le membre blessé, dans la région du cœur et dans le dos. Le membre blessé était comme paralysé. Il survint bientôt des vomissements qui furent suivis d'hématémèse ; le sang se fit bientôt jour par le nez et par les oreilles ; le pouls battait alors cent vingt fois par minute. Huit minutes après on ne pouvait plus reconnaître la pauvre Kate, tellement elle était changée : elle venait de perdre connaissance.

» Le Serpent qui avait occasionné ce malheur avait été trouvé couché à quelques centimètres du chemin, et les Indiens l'avaient tué. J'avais probablement touché l'animal au moment où je m'élançai pour sauter, et il s'était alors tourné vers Kate qui me suivait, et l'avait mordue. Lorsque les Indiens découvrirent le reptile, il s'était déjà levé, sa tête était relevée, sa gueule ouverte, et il se préparait à mordre de nouveau. Quinze personnes avaient passé tout contre lui ; la pauvre Kate en fut la victime.

» La pauvre femme, toujours sans connaissance, fut placée dans un hamac et reportée vers le village que le matin elle avait quitté si gaie et si rieuse. Accompagnés de Fryer et du mari de la malheureuse, nous nous mîmes en route. Nous étions désespérés, car nous ne savions que trop que tout espoir était perdu, et que le regard que Kate nous avait adressé, il n'y avait qu'un moment, était fatalement le dernier ! »

La voie régulière de l'envenimation, de quelque espèce qu'elle soit, est le courant sanguin, et pour qu'elle obtienne toute sa puissance, elle doit provenir de l'inoculation directe du venin dans les canaux de la circulation. Il importe peu, d'ailleurs, que l'injection atteigne une artère importante ; la pointe envenimée qui ne déchire que quelques capillaires porte un coup fatal : la gouttelette mortelle qu'elle a déposée dans la piqûre presque invisible a touché le sang, tout est fini, la victime est condamnée.

Ce n'est pas que l'ingestion du venin soit toujours inoffensive : ainsi le Chien que l'on force à avaler du venin de Crapaud est pris de vomissements douloureux et d'autres symptômes qui annoncent un début d'intoxication ; mais, en général, les accidents en restent à une forme bénigne, même lorsqu'il s'agit des venins les plus toxiques. Souvent même, aucun accident ne survient. Celse avait donc émis un principe probablement exact en disant du venin : « *Non gustu sed vulnere nocent.* » Weir Mitchele a fait à ce sujet des expériences remarquables, dont le résultat capital est qu'il n'a jamais retrouvé dans l'intestin de ses animaux d'expérimentation de trace du venin qu'il leur faisait avaler. Il a cru pouvoir en conclure que la substance nuisible était détruite par les sucs digestifs. Le fait est que les victimes d'une morsure venimeuse ne causent aucun accident toxique lorsqu'on les mange ; et le célèbre naturaliste Redi, au XVII^e siècle, avait même poussé la confiance dans l'axiome de Celse jusqu'à avaler lui-même du venin de Vipère, ce qui n'avait eu pour lui aucune suite fâcheuse (1). Il est d'ailleurs à remarquer que, parmi les symptômes de l'échidnisme, les nausées et les vomissements ne manquent presque jamais, ce qui semble indiquer, suivant la judicieuse remarque de Viaud-Grand-Marais (2), que la

(1) Fayrer assure cependant que les venins les plus toxiques, celui du Cobra, par exemple, ne seraient pas ingérés sans danger : selon lui, leur action serait seulement plus lente que dans l'inoculation.

(2) Viaud-Grand-Marais, *Dict. encycl. sc. méd.*, art. « Serpents ».

muqueuse stomacale est une voie privilégiée d'élimination du poison.

Cependant les venins peuvent quelquefois agir sans lésion des canaux sanguins : c'est lorsqu'ils sont déposés sur une muqueuse très sensible ; seulement, dans ce cas, les accidents sont seulement locaux. Le venin de Crapaud, et peut-être tous les venins, en contact avec la conjonctive, déterminent une irritation très douloureuse.

Enfin, déposés expérimentalement sur une séreuse, les venins sont absorbés et produisent, quoique avec plus de lenteur, l'intoxication générale.

Un caractère des plus essentiels de l'action des venins, c'est qu'elle dépend de la quantité inoculée, et c'est en cela qu'on rencontre la distinction fondamentale entre les venins et les virus. Une goutte de virus, en effet, si minime qu'elle soit, suffit à envahir et à empoisonner l'organisme entier, parce que le virus est vivant et se multiplie, tandis que la goutte de venin n'est qu'un produit chimique, organique sans doute, mais non vivant et incapable de se multiplier. Nous reviendrons bientôt sur ce point en faisant le parallèle des deux genres de poisons.

Ce caractère du venin rend compte de plusieurs faits. Il est cause qu'en général la morsure venimeuse est d'autant plus dangereuse, pour un même venin, que l'individu qui l'a faite est plus grand de taille et plus vigoureux. C'est aussi le motif pour lequel un Serpent qui mord coup sur coup plusieurs victimes tue plus rapidement les premières, et que celles qui reçoivent les derniers coups de dents peuvent même n'en éprouver aucun effet nuisible, la quantité de venin versé diminuant à chaque morsure et pouvant à la fin s'épuiser. C'est enfin l'une des raisons qui font que les victimes de petite taille succombent plus facilement que les autres, la quantité donnée de venin ayant à se répandre chez elles sur une masse de sang moins considérable.

D'autres influences que la quantité ont du reste leur importance, qu'il n'est pas permis de négliger : c'est, par exemple, un fait bien connu que la variation d'énergie des venins avec la température du climat, les espèces venimeuses des pays chauds étant plus nuisibles que celles des pays froids, et même une espèce donnée devenant plus dangereuse dans les régions méridionales que dans les régions du nord. La saison même influe, et MM. Phisalix et Bertrand ont montré par des expériences précises que la Vipère devenait de plus en plus redoutable à partir de son réveil du printemps jusqu'à l'automne (1).

Nous avons dit qu'à la différence des virus, les venins, tout en étant des produits organiques, ne sont pas des substances vivantes. Aussi conservent-ils d'une façon très durable leurs propriétés physiologiques, alors même qu'ils sont séparés depuis longtemps de l'organisme qui les a produits, à la condition, bien entendu, que des circonstances extérieures ne modifient pas leur composition chimique essentielle. Il y a plus : le venin n'est actif que par une portion de sa substance, qu'on peut séparer du reste par certains procédés, et notamment par la dessiccation, le résidu sec possédant seul le pouvoir toxique, et le possédant même à un degré considérablement plus élevé, à quantités égales, que le venin à l'état naturel. L'usage des sauvages d'empoisonner leurs flèches avec le venin de certains Serpents en est une preuve connue de tout temps. Aussi faut-il manier avec la plus grande prudence les crochets des Serpents que l'on conserve dans les collections d'histoire naturelle.

On me permettra de rapporter à ce sujet une anecdote dont je n'ose garantir toute l'authenticité, mais qui aura peut-être le mérite de dérider le lecteur au milieu de ces notes un peu arides. « Un homme fut mordu à la jambe

(1) *Variation de virulence du venin de Vipère*, ARCH. DE PHYSIOL., avril 1895. — D'après les auteurs, cette variation ne porterait pas seulement sur la quantité de venin sécrétée, mais aussi sur sa composition chimique.

par un Crotale et mourut ; sa veuve se remaria peu de temps après, et le nouvel époux, ayant trouvé une superbe paire de bottes dans la garde-robe du défunt, s'empressa de la mettre ; dès le lendemain, il laissait une veuve inconsolable, qui convola en troisièmes noces. Le troisième mari entra dans les bottes de ses prédécesseurs et mourut à son tour ; on constata alors que la dent du Crotale s'était cassée, et était restée implantée dans les tiges de la botte ; les deux malheureux qui avaient hérité de la défroque du premier défunt s'étaient successivement piqués à ce crochet, qui faisait saillie à l'intérieur (1). »

Les effets des divers venins ne diffèrent pas seulement d'intensité, mais quelquefois aussi de nature ; tous les venins n'atteignent pas l'organisme suivant le même mode d'action.

Toutes les envenimations partagent cependant quelques caractères communs : des phénomènes locaux de tuméfaction et de douleur cuisante à la région blessée ne font presque jamais défaut. Dans une intoxication bénigne, ces accidents locaux sont parfois les seuls à se produire ; et par contre il peut arriver qu'ils soient supprimés par la rapidité même de l'empoisonnement, dans les cas exceptionnels de mort presque foudroyante.

Lorsque l'envenimation, sans être foudroyante, engendre cependant des accidents généraux graves, ceux-ci affectent dans leur ensemble une allure dépressive, malgré quelques convulsions qui les interrompent ordinairement ; la paralysie, retentissant spécialement sur le système circulatoire, est habituelle, et c'est dans le coma que la mort survient le plus souvent.

Nons avons signalé déjà le phénomène presque immanquable de nausées et de vomissements, et nous en avons tiré la conclusion que la muqueuse stomacale jouait le rôle prépondérant dans l'élimination du venin.

(1) Brehm, *Les Reptiles*. Éd. Sauvage.

On a dit de la plupart des venins qu'ils étaient des poisons du sang : les uns le coaguleraient, d'autres le rendraient incoagulable, d'autres agiraient sur les globules. Les observations certaines d'altération du sang par envenimation sont loin d'être assez générales pour y chercher un caractère commun à toutes les envenimations ; et je pense, d'ailleurs, que l'idée générale que l'on se fait des venins, comme poisons du sang, est une fausse interprétation de ce fait que les venins n'obtiennent toute leur action que grâce au sang qui leur sert de véhicule dans l'organisme.

Quant aux modes d'action particuliers aux divers venins, quelques exemples suffiront à en donner une idée.

La piqûre des Insectes n'a souvent sur l'homme qu'une action locale, mais cela tient probablement à ce que la quantité de venin inoculée est trop minime par rapport à la masse de sang dans laquelle elle se diffuse, pour que l'action générale sur l'organisme soit sensible. Les cas de mort qu'on a cités comme survenus à la suite de piqûres d'Abeilles, se rapportent en effet presque tous à ces circonstances exceptionnelles où ces Insectes se jettent en troupe nombreuse sur une personne qui les a irritées.

Carlet a montré que le venin d'Abeille, composé d'un liquide fortement acide et d'un liquide faiblement alcalin, était finalement acide ; mais il n'est pas possible d'attribuer à cette acidité seule toute l'activité du venin : la douleur de la piqûre, chez certaines personnes du moins, est plus cuisante qu'une violente brûlure, elle s'accompagne d'un gonflement énorme qui peut s'étendre à tout un membre et même à une portion plus grande du corps. Des accidents plus généraux peuvent même se déclarer, tels que la fièvre, les vertiges, etc. ; j'ai vu une enfant de dix ans atteinte d'un urticaire général à la suite d'une dizaine de piqûres de Guêpes. Quel est ce principe vénéneux, qui se forme probablement par la combinaison des deux

liquides signalés par Carlet ? Quel est précisément le mécanisme de son action sur l'organisme ? C'est ce qu'on ignore jusqu'à présent.

Le venin du Scorpion, dans les cas graves, provoque une période d'excitation, régulièrement suivie d'une période paralytique qui amène la mort. Longtemps placé, lui aussi, parmi les poisons du sang, dont on disait qu'il altérait les globules (1), il est rangé, depuis la belle étude qu'en a faite Joyeux-Laffuie (2), dans la catégorie des poisons nerveux. « Il irrite, dit cet auteur, les centres nerveux, et provoque les convulsions qui caractérisent la période d'excitation. Ces convulsions sont causées par l'action du venin *sur le cerveau :* aussi font-elles défaut chez les Grenouilles dont on a préalablement séparé le cerveau et la moelle. » Outre cette action centrale, il paraît que le venin modifie aussi les terminaisons nerveuses en rapport avec les fibres musculaires striées, car la seconde période de l'intoxication est marquée par la suppression des mouvements volontaires et des réflexes des membres, sans que les organes de la respiration et de la circulation paraissent atteints. Cette seconde période rappelle donc exactement l'action du curare, si bien interprétée par Claude Bernard dans sa magistrale étude sur ce poison (3).

Tout autre est l'action du venin du Crapaud. Vulpian, à qui nous devons la connaissance exacte de ce sujet (4), a constaté que ce venin, tout en agissant sur le système nerveux comme paralysant, porte principalement son influence sur le cœur. MM. Phisalix et Bertrand, reprenant ses expériences, ont vu que chez une Grenouille, inoculée du venin de Crapaud, les mouvements du cœur

(1) Jousset de Bellème. *Essai sur le venin du Scorpion.* REVUE ET MAGASIN DE ZOOLOGIE, 2e série, t. XXIII, 1872.

(2) Joyeux-Laffuie. *Sur l'appareil venimeux et le venin du Scorpion.* COMPTES-RENDUS AC SC., 1882 ; et Thèse, 1883.

(3) Claude Bernard. *La Science expérimentale. Le Curare.*

(4) Vulpian. COMPTES RENDUS DE LA SOC. DE BIOLOGIE, 1894, p. 135.

étaient bouleversés et enrayés : le ventricule s'arrêtait le premier, pendant que les oreillettes achevaient encore quelques mouvements de systole et de diastole, misérablement dissociés. La terminaison des accidents est donc ici l'asphyxie par arrêt du cœur.

L'intoxication par le venin des Vipères suit encore un autre processus ; elle peut servir de type à la plupart des envenimations par morsures de Serpents, peut-être même à toutes, car il semble que l'échidnisme ne varie guère que par le degré d'intensité ou tout au plus par des accidents secondaires, quelle que soit l'espèce ophidienne qui l'ait causé.

Le venin de la Vipère agit encore sur le système nerveux et trouble la circulation, mais, tandis que le venin du Crapaud arrête le fonctionnement de l'organe central de la circulation, celui de la Vipère s'attaque à la périphérie : une dilatation extrême des capillaires provoque de graves effusions sanguines en diverses régions. Aussi constate-t-on très souvent, dans les cas d'échidnisme dus à la morsure des grands Serpents venimeux, des vomissements sanguinolents, des hémorrhagies par le nez et les oreilles, de l'hématurie, etc.

A l'autopsie, on trouve une congestion intense avec taches hémorrhagiques de la muqueuse digestive, des poumons, du foie, des reins, des méninges.

Il est à regretter qu'on n'ait pas procédé à la recherche précise du mode d'action du venin de Vipère sur le système nerveux ; cette recherche, d'ailleurs, ne serait pas sans difficulté, et il faudrait y employer les procédés rigoureux et délicats dont Claude Bernard nous a donné l'exemple dans son étude sur le curare. Sans préjuger à coup sûr des résultats que donnerait cette méthode, il nous semble que l'influence du venin ne doit pas nécessairement se répercuter sur l'axe du système nerveux pour provoquer les effusions sanguines qui la caractérisent ; la preuve en est que l'endroit même de la

piqûre devient ordinairement le siège d'une tuméfaction et d'une sorte d'épanchement qui n'est pas toujours un simple œdème séreux, mais une vraie infiltration sanguine, comme si l'action propre du venin s'exerçait immédiatement sur les vaso-constricteurs pour les paralyser. Le phénomène est encore plus frappant quand on dépose une goutte de venin sur une séreuse : alors même que celle-ci n'est pas déchirée, il se produit immédiatement dans toute la région voisine du dépôt une infiltration sanguine énorme.

Cependant la respiration est peu atteinte, et l'oxygénation du sang se fait jusqu'à la mort (1). Le cœur non plus n'est pas atteint directement : ses battements redoublent de fréquence et s'affaiblissent, parce que la vasodilatation générale a entraîné un abaissement considérable de la tension artérielle, mais ils demeurent réguliers (2). La circulation n'en subit pas moins un alanguissement si profond que les combustions, ralenties par là-même, ne parviennent plus à maintenir la température normale du corps ; aussi l'abaissement de température est-il si constant et si régulier que MM. Phisalix et Bertrand l'ont pris pour signe et pour mesure de l'envenimation échidnique (3).

Le venin de Vipère agit en outre d'une façon directe sur le sang lui-même ; Kaufmann a constaté notamment que les hématies, sous son action, deviennent sphériques, et l'on a signalé quelques autres altérations du liquide vital, sur lesquelles il serait superflu d'insister ici.

(1) Phisalix et Bertrand, ARCH. DE PHYSIOL., janvier 1894.

(2) Kaufmann, MÉM. ACAD. MÉD. PARIS, 1889. M. Kaufmann a constaté que la chute de la tension artérielle pouvait, sous l'action du venin de Vipère, tomber de 155 millim. à 41.

(3) Nous sommes tout à fait de l'avis de ces auteurs quand ils disent que « cet abaissement ne peut être attribué uniquement à un refroidissement graduel par la peau congestionnée » *(loc. cit.)*. Nous n'avons vu d'ailleurs aucun auteur adopter cette théorie. La cause du phénomène, sur laquelle MM. Phisalix et Bertrand ne s'expliquent pas davantage, nous paraît fort simple si on la cherche, comme nous l'indiquons, dans le ralentissement des combustions.

L'échidnisme entrave donc le rôle du sang de deux manières : en enrayant le jeu normal de la circulation, et en modifiant les propriétés mêmes du sang. Mais d'autres troubles se manifestent encore dans l'échidnisme : on y trouve, avec les caractères communs des envenimations, une influence parfois convulsivante, et toujours paralysante dans les derniers moments.

Suivant l'espèce de Serpent d'où provient le venin, tantôt l'un, tantôt l'autre des symptômes se trouve exagéré. Le venin du Cobra *(Naja tripudians)*, par exemple, semble paralyser de préférence les muscles du pharynx et des mâchoires, de telle sorte que la victime peut être menacée de suffocation.

La morsure des grands Serpents venimeux, tels que le Crotale, le Cobra, le Fer de lance, n'est pas fatalement mortelle; mais il est rare que leurs malheureuses victimes, alors qu'elles ne succombent pas aux premiers accidents, ne subissent pas pendant longtemps, pendant le reste de la vie parfois, des effets de l'envenimation. C'est ce qu'on a appelé l'échidnisme chronique. Il se borne parfois à des accidents périodiques, la douleur et le gonflement du membre blessé revenant de temps en temps accompagnés de troubles digestifs. D'autres fois les symptômes sont permanents : le blessé ne parvient pas à compléter sa convalescence, il reste valétudinaire et décline peu à peu. Ou bien il y a rémission : on s'est cru guéri, on a repris ses habitudes, quand, sans cause apparente, on voit ses forces s'en aller, et toutes les fonctions s'alanguir ; parmi ces cachectiques, les hommes vieillissent prématurément, les enfants sont arrêtés dans leur développement... D'autres envenimés, après une guérison apparente de quelques mois, meurent subitement, frappés d'accidents cérébraux, sans que l'autopsie révèle la lésion à laquelle ils ont succombé (1).

(1) Viaud-Grand-Marais, *loc. cit.*

Nous ne pouvons abandonner cette question des effets pathologiques des venins, sans parler de la résistance qu'y opposent certains organismes.

Il est rare, en effet, qu'un venin donné puisse intoxiquer indifféremment toute sorte d'animaux. Le Cobra, — ce terrible Ophidien dont le nom est déjà revenu souvent dans cette étude, comme si l'on ne pouvait parler de mortel venin sans l'évoquer, — le Cobra est peut-être le seul qui possède un venin presque universel. Fayrer affirme, du moins, l'avoir expérimenté avec succès sur le Chien, le Cheval, le Bœuf, la Chèvre, le Cochon, le Chat, le Lapin, le Rat, le Cerf, la Poule, le Milan, le Lézard, la Couleuvre, les divers Serpents venimeux, la Grenouille, les Poissons, la Limace (1).

Il y aurait certainement lieu de contrôler les expériences de Fayrer, ne fût-ce que pour constater la différence d'intensité avec laquelle le venin de Cobra agit sur ces différentes sortes de victimes. M. Calmette a entrepris quelques recherches dans cette direction à propos de divers venins ; il a constaté, par exemple, qu'il faut pour tuer le Lapin deux fois plus de venin que pour tuer le Cobaye, proportion gardée des poids des victimes, et que le Chien est plus résistant encore que le Lapin.

Il n'en reste pas moins de règle générale que le venin d'une espèce donnée agit plus fortement sur certains animaux que sur d'autres, et même que certains organismes sont absolument réfractaires à certains venins.

On a toujours observé, par exemple, que l'envenimation est d'autant plus rapide et plus grave que le sujet d'expérimentation jouit d'une circulation plus active. A ce titre, les Oiseaux sont les sujets les plus sensibles; les Mammifères ne viennent qu'en second lieu. Le venin, celui des Ophidiens du moins, se montre beaucoup plus lent chez les autres Vertébrés, et, d'une manière générale, il agit

(1) Fayrer, *loc. cit.*

moins vivement chez les animaux à température variable que chez les animaux à température constante. Cette différence tient sans doute à la différence de la circulation, moins complète et moins rapide chez les seconds que chez les premiers ; mais la question de la température elle-même n'y est pas indifférente, car les animaux à sang froid, maintenus dans une étuve à 37°, présentent des phénomènes d'intoxication presque aussi énergiques que les Mammifères.

Il est d'autres exemples de prédisposition ou d'indisposition à l'action venimeuse moins faciles à expliquer. C'est ainsi que les Serpents de mer enveniment, dit-on, plus efficacement les Vertébrés des classes inférieures que les Mammifères. Le venin du Scorpion trouve de même un terrain exceptionnellement favorable dans les Articulés : « la centième partie d'une goutte de ce venin, dit M. Joyeux-Laffuie (1), suffit à empoisonner un Crabe de forte taille. Les Mouches, les Araignées et les Insectes, dont le Scorpion fait sa nourriture, sont, pour ainsi dire, foudroyés par sa piqûre. »

On a cité, dans le même ordre de phénomènes, l'indifférence des Porcs aux morsures du Crotale. Mais il est probable que le fait a été mal observé. Il est parfaitement authentique que les Porcs sont les ennemis et les destructeurs naturels des Serpents à sonnettes : à la vue d'un Crotale, le Porc se précipite, lui piétine la tête et le dévore. Dans plusieurs régions du nouveau monde où les Crotales sont un vrai fléau, on entretient des troupeaux de Porcs pour en purger le pays. Mais il ne suit pas de là que le venin du Crotale soit sans action sur le Porc ; il faut plutôt admettre que le quadrupède a été doué par la nature d'un système d'attaque qui l'emporte en force et en adresse sur la défense du Reptile ; ou, peut-être, comme le dit Brown, que l'épaisse couche de graisse qui recouvre

(1) *Loc. cit.*

le corps du Cochon empêche la pénétration des crochets venimeux jusqu'au sang.

L'immunité du Hérisson au venin de la Vipère est mieux prouvée. Le Hérisson a passé de tout temps, et à juste titre, pour un destructeur des Vipères, mais on se demandait si son unique défense ne consistait pas dans ses piquants et dans la faculté de se rouler en boule pour présenter à ses ennemis une surface inattaquable. MM. Phisalix et Bertrand viennent de résoudre la question tout à l'honneur du Hérisson (1) : ils ont montré que cet animal était véritablement réfractaire au venin, et que ce privilège tenait à la présence dans le sang d'une substance antitoxique, si bien que l'injection du sérum de Hérisson à un cochon d'Inde rend ce dernier réfractaire lui-même à l'inoculation du venin.

On a dit souvent que le venin d'un animal n'en était pas un pour lui-même ni pour ses congénères. Ce principe est vrai, si on ne l'exagère pas ; c'est-à-dire que, pour tuer un animal venimeux par le venin d'un autre animal de la même espèce, il faut une dose considérablement plus forte que pour tuer un animal d'une autre espèce et du même poids. Une Vipère, par exemple, supporte sans danger l'inoculation d'une dose de venin de Vipère suffisante pour tuer une vingtaine de Cobayes.

Les physiologistes avaient donné de ce fait une explication fort plausible, mais à laquelle manquait jusqu'aujourd'hui la confirmation de l'expérience. Pour saisir leur théorie, appelons-en à un vieux souvenir classique. Mithridate, roi du Pont, que la gloire ne protégeait guère contre les embûches, avait, dit-on, cherché dès sa jeunesse à prémunir sa vie contre les empoisonnements, en s'habituant à prendre des doses de venin graduellement croissantes. Si l'on en croit l'histoire, — ou la légende, — il avait si bien réussi dans son dessein, qu'au jour final où

(1) Société de Biologie de Paris, juillet 1895.

la fortune de la guerre l'abandonna sans espoir, il tenta vainement de s'empoisonner pour de bon, afin de ne point tomber vivant aux mains de ses ennemis, et qu'il dut commander à un esclave gaulois de le frapper de son glaive. Histoire ou légende, le principe qui l'explique est indubitable : c'est que l'organisme peut arriver *par accoutumance*, comme disent les physiologistes, à supporter impunément des doses de poison qui, prises sans préparation, seraient mortelles. C'est pour établir l'accoutumance que les médecins qui prescrivent l'arsenic, la strychnine, la digitaline, et en général tous les médicaments toxiques, ordonnent à leurs malades de commencer par des doses minimes qu'ils augmentent ensuite jour par jour.

Or, ce serait précisément grâce à l'accoutumance que les Vipères ne subissent que difficilement l'effet toxique de la morsure de leurs pareilles. Pour donner à cette thèse une confirmation expérimentale, il fallait prouver que le sang de la Vipère est normalement imprégné de venin. C'est ce qu'ont fait récemment MM. Phisalix et Bertrand (1), au cours de leurs patientes recherches sur les sécrétions venimeuses, en étudiant la toxicité comparée du venin et du sang de la Vipère : ces auteurs ont découvert que les inoculations de sang de Vipère produisent identiquement les mêmes effets d'intoxication que les inoculations du venin lui-même, en tenant compte bien entendu de l'état de dilution dans lequel le venin se trouve dans le sang.

L'origine des substances toxiques du sang semble nettement établie par ces mêmes recherches : ce sont les glandes venimeuses qui les fournissent. On pourrait comparer ces glandes à des laboratoires où se fabrique le venin au moyen d'éléments que le sang y apporte, et tandis qu'une portion du produit ainsi élaboré s'échappe par les canaux excréteurs des crochets venimeux, une

(1) ARCH. DE PHYSIOL., avril 1894. — Je suis heureux de remercier ici MM. Phisalix et Bertrand de l'obligeance avec laquelle ils m'ont communiqué l'exposé de leurs travaux.

autre portion est reprise par le sang lui-même, qui la garde en dissolution dans son plasma (1). Le venin du sang et celui des glandes salivaires ne semblent d'ailleurs présenter aucune différence importante, soit quant à leurs effets physiologiques, soit quant à leurs caractères chimiques. C'est en poursuivant les idées de Claude Bernard et de Brown-Séquard sur les *sécrétions internes* que MM. Phisalix et Bertrand ont été amenés à étudier les sécrétions venimeuses, et l'on voit que, dès l'abord, ils ont rencontré dans leur sujet une remarquable confirmation de l'enseignement de ces maîtres.

Une étude analogue faite sur le Crapaud a donné à MM. Phisalix et Bertrand des conclusions semblables, à savoir que le sang du Crapaud est toxique, parce qu'il contient le même venin que ses glandes parotidiennes et cutanées.

Mais plus remarquable encore est le résultat des expériences que ces auteurs ont faites sur les Couleuvres, et qui ont servi, pour ainsi dire, de contre-épreuve à leurs analyses du sang des Vipères. Fontana, dans son beau livre sur le venin de la Vipère(2), avait assuré déjà que les Couleuvres résistent aux morsures des Vipères. Reprenant ces expériences, MM. Phisalix et Bertrand ont inoculé à des Couleuvres des quantités de venin de Vipère capables de tuer vingt cochons d'Inde; et le fait ainsi bien constaté, ils ont cherché à en établir la même interprétation que pour l'immunité de la Vipère. Traitant donc le sang de la Couleuvre comme ils avaient traité le sang de la Vipère, ils ont trouvé, en effet, dans le premier une quantité de venin au moins aussi considérable que dans le second; les inoculations de sang de Couleuvre sont au moins aussi toxiques que celles de sang de Vipère ; et, détail des plus

(1) L'effet des inoculations est le même, que l'on injecte du sérum ou du sang entier.

(2) *Traité sur le Venin de la Vipère.* Florence, 1781.

intéressants, les substances toxiques extraites des deux sangs ont entre elles la ressemblance la plus complète, au point de vue chimique comme au point de vue de leurs effets physiologiques. Guidés par ce résultat, qui dépassait leur attente, les deux chercheurs se demandèrent, comme dans leur étude sur la Vipère, quelle pouvait être dans le cas de la Couleuvre l'origine du toxique sanguin, et, par des expériences que nous ne pouvons relater ici en détail, ils en arrivèrent à cette nouvelle découverte que la Couleuvre possède une glande salivaire non seulement homologue, mais analogue de la glande venimeuse de la Vipère, à part ce double caractère que la première est dépourvue de lacunes servant de réservoir, et qu'elle ne possède pas de canal excréteur et d'arme inoculatrice (1).

La relation d'immunité qui existe entre la Couleuvre et la Vipère suggère immédiatement l'idée de sa généralisation à tous les Ophidiens venimeux, d'autant plus que les analyses des divers venins d'Ophidiens indiquent les plus grandes ressemblances chimiques entre eux. L'idée d'ailleurs n'est pas nouvelle : Guyon, en 1861, la proposait comme un principe à l'Académie des sciences de Paris, ajoutant qu'il avait vu lui-même des Serpents venimeux de plusieurs espèces se mordre les uns les autres sans se tuer (2).

Il faut dire, d'ailleurs, que les recherches de MM. Phisalix et Bertrand ne sont pas les seules qu'on ait tentées pour démontrer le principe de l'accoutumance chez les animaux venimeux. Brown-Séquard avait fait autrefois la belle expérience que voici : après avoir enlevé les glandes venimeuses à un Crotale, et le Reptile guéri de cette petite opération, il lui avait inoculé le venin d'un autre Crotale ;

(1) ARCH. DE PHYSIOL., avril 1894.

(2) Guyon. *Le Venin des Serpents exerce-t-il sur eux-mêmes l'action qu'il exerce sur les autres animaux ?* C. R. AC. SC., 1861.

Tout récemment M. S. Jourdain, devant la même assemblée, a cherché à généraliser la découverte de MM. Phisalix et Bertrand à tous les Ophidiens même non venimeux. C. R. AC. SC., t. CXVIII.

la victime en était morte, quoique, normalement, les Crotales ne puissent pas s'envenimer mutuellement. Toutefois, je dois avouer que l'expérience de Brown-Séquard me semble sujette à caution, et que je voudrais la voir reprendre avec toutes les précautions scientifiques possibles. Les tentatives de MM. Phisalix et Bertrand, qui ont enlevé les glandes venimeuses à plus de soixante Vipères, les ont portés à conclure, à l'encontre des idées de Brown-Séquard, que, même après cette ablation, le sang des Vipères conserve pendant un temps très long une teneur en principes toxiques peu inférieure à celle du sang des Vipères normales.

Ce dernier fait ne laisse pas d'étonner au premier abord; mais quand on y réfléchit, il me paraît présenter un enseignement fort important; je me permettrai donc de m'y arrêter quelque peu. Les Vipères privées de leurs glandes ne fabriquent plus de venin, et par conséquent il faut bien, si leur sang reste empoisonné, que ce soit par suite d'une affinité extrême du venin pour le sang, en vertu de laquelle les substances toxiques contractent une sorte d'adhérence invincible, probablement d'ordre chimique, avec le sang.

Il y a lieu de rapprocher ce fait d'un autre que nous avons rencontré au cours de cette étude, je veux dire de la funeste persistance des accidents qui succèdent à une morsure venimeuse grave qui n'a pas entraîné la mort immédiate. Nous avons vu que les victimes des Serpents venimeux qui échappaient aux premiers accidents, devenaient souvent cachectiques. Mais que se cache-t-il sous ce terme vague de cachexie, — un mot si commode pour habiller nos ignorances médicales ! L'échidnisme chronique ne tiendrait-il pas précisément à une altération du sang, dont le plasma serait indissolublement imprégné de poison, comme le sang de Vipère, de Couleuvre, de Crapaud ? Je viens d'évoquer l'idée que cette imprégnation pourrait bien être une véritable combinaison chimique.

Cette idée semblerait trouver un appui dans une observation secondaire que je relève dans les expériences de MM. Phisalix et Bertrand, à savoir que, dans les traitements chimiques que ces savants ont fait subir au venin de Vipère, ils ont constamment remarqué que les principes actifs du venin, — ce que l'on appelait autrefois l'*échidnine*, — exercent une action élective sur les substances albuminoïdes, celles-ci les retenant avec une extrême énergie.

Je sais bien qu'il est encore fort vague de dire, pour interpréter une intoxication, que le poison se combine chimiquement avec les albuminoïdes de l'organisme ; mais, dans les questions encore mal éclairées de la science, on doit signaler les moindres lueurs que l'on rencontre. Nous aurons d'ailleurs à revenir sur les observations que nous venons de présenter, lorsque nous traiterons de la nature des venins et de leurs remèdes.

## IV.

### NATURE DES VENINS.

Au point de vue chimique, les venins diffèrent profondément de nature entre eux.

Celui de l'Ortie pourrait bien n'être que de l'acide formique plus ou moins dilué.

Les chimistes ont donné à cet acide formique lui-même un nom significatif : ce serait lui qui formerait essentiellement le venin des Fourmis. Il faut dire toutefois que cette idée est probablement fort incomplète, et que, si l'on s'appuie sur les analogies, on doit inférer que le venin des Fourmis est plus complexe. Voici en effet ce que nous apprend M. Carlet sur le venin des Abeilles, qui sont, pour ainsi dire, cousines des Fourmis, puisque les unes et les autres appartiennent à l'ordre des Hyménoptères. Le venin est sécrété par deux appareils glandulaires

distincts, dont l'un fournit un liquide fortement acide (ce serait apparemment de l'acide formique), et l'autre un liquide faiblement alcalin. Injecté expérimentalement à une Mouche, chaque liquide isolé ne produit que peu d'effet, tandis que l'injection des deux liquides mélangés tue la victime d'une manière foudroyante. Lorsqu'on injecte successivement les deux liquides à une même Mouche, elle meurt peu de temps après la seconde injection (1).

Les recherches que j'ai faites sur les Hémiptères m'ont montré que le venin de ces derniers est tout aussi complexe que celui des Abeilles; comme chez les Abeilles, mais suivant une disposition anatomique toute différente, on constate qu'il y a deux systèmes glandulaires fournissant chacun un produit spécial.

Le venin des Vertébrés diffère profondément de celui des Insectes. Le venin du Crapaud, par exemple, présente toutes les apparences d'un alcaloïde, aussi bien au point de vue chimique qu'au point de vue physiologique.

Mais de tous les venins, celui dont l'étude présente le plus d'intérêt est le venin des Ophidiens; c'est aussi celui qui a suscité le plus de recherches de la part des physiologistes. Afin d'exposer les résultats de ces recherches sans tomber dans des redites, nous prendrons pour type des venins de Serpents celui que fournit la Vipère.

Le produit de la glande venimeuse de la Vipère n'est pas toxique par toute sa substance: deux à trois dixièmes seulement de son poids représentent sa teneur moyenne en matière essentiellement vénéneuse (2). Le surplus consiste en diverses substances albuminoïdes, en mucus, en matières grasses, en sels, et enfin en eau servant de véhicule.

(1) Carlet. C. R. ACAD. SC. DE PARIS, 23 juin 1884.

(2) Ce résidu constitue l'une des substances les plus toxiques que l'on connaisse : quatre dixièmes de milligramme tuent un Cobaye de 500 grammes en six heures.

Le principe toxique du venin de Vipère a été signalé par plusieurs auteurs, mais c'est Lucien Bonaparte qui, le premier, le fit nettement entrevoir et qui le baptisa du nom de *vipérine* ou *échidnine*. Weir Mitchell découvrit de même, dans le venin du Serpent à sonnettes, le principe toxique qu'il nomma *crotaline*. D'autres naturalistes, portant leurs analyses sur d'autres venins, signalèrent successivement la *najine*, l'*élaphine*, etc ; mais une étude attentive ne permet guère de trouver de différences importantes entre ces principes, et il convient de les réunir tous sous le nom générique d'*échidnines*. Ce sont des matières albuminoïdes, non coagulables à 100°, insolubles dans l'alcool, solubles dans l'eau et la glycérine.

Les derniers travaux de MM. Phisalix et Bertrand sont ceux qui ont porté le plus loin notre connaissance au sujet des échidnines. Nous en signalerons quelques conclusions particulièrement remarquables.

Au cours de leurs expériences, ces deux savants étudièrent l'action de la chaleur sur l'échidnine extraite du venin de Vipère, et arrivèrent par là à un résultat fort inattendu : à savoir qu'une ébullition rapide de ce toxique modifiait de telle sorte sa constitution, que son injection ne produisait plus ensuite qu'un empoisonnement général, les symptômes locaux disparaissant complètement. MM. Phisalix et Bertrand en déduisirent que l'échidnine elle-même n'est pas simple, mais qu'elle renferme deux poisons : l'un agissant localement à l'endroit de l'injection, et que l'ébullition détruit ; l'autre infectant tout l'organisme, et résistant à une courte ébullition. Ils donnèrent au premier le nom d'*échidnase*, et au second celui d'*échidnotoxine*. La chaleur, du reste, n'est pas sans action sur cette dernière : l'échidnotoxine diminue de toxicité par la chauffe, même au-dessous de 100°, et cette atténuation est d'autant plus marquée qu'on recourt à des températures plus élevées.

Cette curieuse découverte a conduit MM. Phisalix et

Bertrand à rapprocher les échidnines des virus ; ils ont donné à l'échidnase un nom qui les assimile aux diastases : on sait en effet que les diastases sont détruites à l'ébullition. Or, parmi les produits d'excrétion des microbes, on a signalé des substances ayant la plus grande analogie avec les diastases (1). Quant à l'échidnotoxine, elle est de tout point comparable aux toxalbumines : la physiologie pas plus que la chimie ne parvient à les différencier essentiellement ; ce sont toujours des albumines excessivement toxiques ; elles engendrent de part et d'autre des accidents analogues, tantôt foudroyants, tantôt chroniques ; comme l'échidnotoxine, les toxalbumines s'atténuent par une chauffe convenablement ménagée. Rappelons aussi ce fait, déjà cité, que les échidnines comme les toxines microbiques, précipitées par l'alcool dans les réactions qu'on leur fait subir, contractent une extrême adhérence aux autres matières albuminoïdes. Nous pourrions continuer ce parallèle sur plus d'un point ; nous pourrions encore remarquer, par exemple, l'accoutumance que prend l'organisme aux deux sortes de poisons. Mais le trait le plus frappant de la similitude qui existe entre les poisons des microbes et les poisons des Serpents ressort du principal mode de traitement et de prophylaxie, dont nous allons parler au chapitre suivant. Ce remède, c'est la vaccination : on cherche aujourd'hui à vacciner contre les morsures venimeuses d'après les mêmes principes qu'on applique dans la vaccination contre les infections : c'est dire que les venins et les virus sont les uns et les autres capables d'engendrer des antitoxines.

Similitude extrême, identité peut-être entre les venins et les poisons microbiques, tel est donc le dernier mot que la science ait prononcé au sujet des venins. Il fallait, semble-t-il, les procédés de recherche les plus délicats

(1) Roux et Yersin. *Mém. sur la diphtérie*, Ann. Inst. Pasteur, 1888-1889.

de la technique moderne, et les données des découvertes les plus récentes de cette science toute nouvelle qu'on appelle la bactériologie, pour révéler pareille conclusion. Mais le génie supplée à tout : cette conclusion inattendue, je l'ai trouvée toute formulée dans les feuillets poudreux d'un livre vieux de plus de cent ans. Au chapitre XIII de son *Traité sur le Venin de la Vipère,* Fontana s'efforce de prouver cette thèse, que « les maladies putrides agissent sur l'économie animale de la même façon que le venin de la Vipère ». Ce n'est là pour lui qu'une intuition, et certes son idée et ses arguments manquent de précision (1), mais cette intuition n'est-elle pas admirable, et ne peut-on pas dire que, si le vieux physicien de Florence avait possédé les données et les instruments que nous possédons aujourd'hui, il n'aurait rien laissé à découvrir à ses successeurs sur le terrain des venins ?

## V.

### REMÈDES ET PROPHYLAXIE.

Les venins, différant les uns des autres, appellent évidemment des remèdes divers.

S'il s'agit d'une piqûre dans laquelle l'inflammation locale est une simple irritation due à un acide, comme il semble que c'est le cas pour la piqûre d'Ortie, une goutte d'un liquide alcalin suffit parfois à dissiper la douleur.

La piqûre d'Abeille doit assurément, elle aussi, son

(1) « Les fièvres des prisons et des armées, le scorbut, en un mot, toutes les maladies putrides où la corruption des solides et des fluides est également universelle... Il faut avoir recours à tout autre chose qu'à des sels pour expliquer la force destructive de ces dangereures maladies, qui bouleversent et détruisent en si peu de temps toute l'économie animale... Elles portent dans la machine un *virus* caché, lequel, semblable au venin de la Vipère, fomente la destruction, et la décomposition universelle des solides et des fluides. » *Traité sur le Venin de la Vipère,* Florence, 1781, p. 85.

caractère brûlant à la nature acide du venin, et dès lors les alcalins ou l'ammoniaque sont tout indiqués; mais si la première douleur cède quelque peu à ces applications, tous les accidents n'en sont pas toujours supprimés. C'est qu'en effet le remède arrive toujours trop tard, alors que le venin a déjà pris l'avance et envahi une portion de l'organisme; et d'ailleurs, comme nous l'avons dit, il doit y avoir dans le venin de l'Abeille une autre cause pathogène à combattre que l'acidité, cause contre laquelle les alcalins sont impuissants.

Il n'en est pas moins vrai que l'ammoniaque a toujours son effet neutralisant sur l'acide du venin d'Abeille et doit être employée faute d'un antidote plus complet. On a d'ailleurs toujours préconisé l'ammoniaque contre toutes les piqûres et morsures venimeuses, et ce n'est pas sans raison, puisque la plupart des venins sont à réaction acide. De plus, lorsqu'elle est suffisamment concentrée, l'ammoniaque peut cautériser quelque peu la plaie et ses environs. Mais il est évident que le remède est très insuffisant à prévenir les principaux accidents de l'envenimation, surtout les accidents généraux qui se produisent lorsque le venin a eu le temps de se diffuser dans le torrent circulatoire.

C'est naturellement contre les redoutables envenimations dues aux morsures des Ophidiens que l'homme s'est le plus acharné à trouver des antidotes ; la liste des remèdes, les uns utiles, les autres purement bizarres, que la science ou l'imagination ont inventés remplirait un gros livre, et rien ne prouve mieux, malheureusement, que le vrai remède est encore incertain.

Il est facile de remarquer, quand on étudie l'histoire d'une maladie quelconque dans l'histoire générale de la médecine, que l'esprit humain en quête d'un remède suit presque toujours le même chemin : il commence par faire de la médecine symptomatique, et c'est tout naturel : il ne connaît d'abord de la maladie que ses symptômes, ce

sont eux qu'il cherche à combattre, persuadé qu'en eux réside tout le mal. Mais bientôt, désabusé, il s'aperçoit qu'en triomphant des symptômes il n'a pas toujours vaincu la maladie, et alors il s'émerveille; il en vient à soupçonner des causes secrètes, et comme ces causes dépassent sa science naissante, il se décourage ; parfois il croit bien encore que le remède est sous sa main dans la nature qui l'environne, mais incapable de le découvrir, il s'en remet au hasard, et il essaie aveuglément mille procédés. Souvent, alors, il cherche dans les pierre, dans les plantes, quelque objet dont la forme, la couleur, les propriétés physiques lui rappellent la maladie, et son imagination lui fournit à cet effet les rapprochements les plus bizarres. D'autres fois, las de ces vaines recherches auxquelles la nature ne répond guère, il croit à des maladies surnaturelles, et demande un peu d'espoir à des pratiques superstitieuses. C'était bien souvent la médecine du moyen âge, alors que les astrologues, les alchimistes et les médecins se donnaient la main. C'est encore la médecine des peuples barbares, chez qui, presque toujours, le médecin se confond avec le sorcier. Cependant, peu à peu les préjugés tombent, les moyens superstitieux sont abandonnés les uns après les autres, et la médecine symptomatique, qu'on n'a pas abandonnée d'ailleurs, demeure le seul recours. Telle est la première étape de la médecine.

A la médecine symptomatique succède un jour ou l'autre une connaissance plus approfondie de la maladie : on comprend clairement que les symptômes ne sont que des effets, qu'il faut s'attaquer aux causes, et on recherche celles-ci par de laborieuses études : l'art est devenu une science. Jamais autant que dans notre siècle l'esprit de la médecine ne s'est ainsi transformé.

Ces vicissitudes, nous les retrouvons dans les efforts que l'homme a faits pour échapper aux envenimations.

De tout temps, par exemple, un des symptômes les plus

alarmants de l'envenimation avait frappé les observateurs : c'est l'état comateux et l'affaiblissement de la circulation, qui présagent la terminaison fatale. Aussi a-t-on toujours cherché à combattre ces signes funestes par des excitants, et dans tous les pays a-t-on préconisé l'alcool à haute dose. Il passe pour certain, au Brésil aussi bien qu'aux Indes, qu'un homme mordu par un Serpent et qui parvient à s'enivrer fortement est un homme sauvé ; mais il paraît que l'ivresse, dans ces cas extrêmes, est difficile à provoquer. D'après ce que nous avons dit de l'effet du venin sur le système circulatoire, le remède est très plausible.

Il serait facile de citer de nombreux exemples où cette thérapeutique empirique se trouve entachée de pratiques superstitieuses : la Serpentine, marbre vert dont les taches rappellent la moucheture de la robe des Serpents, a longtemps passé pour un antidote. Pour le même motif, la Vipérine, cette Borraginée à fleurs bleues si commune sur les vieux murs, fournissait un remède contre les morsures de Vipère ; la plante et le reptile sont en effet tachetés d'une manière analogue.

Mais sans nous attarder à ces remèdes antiques, nous donnerons une attention plus méritée aux procédés que nous renseigne la science actuelle.

Les spécialistes ont proposé de nombreux antitoxiques, en se basant pour les déterminer sur les notions éparses qu'ils possédaient de la nature des venins.

Nous avons cité l'ammoniaque et la potasse, qu'on emploie beaucoup aux Indes, mais qui sont bien insuffisantes.

Les médecins anglais des Indes recommandaient aussi fortement les préparations arsénicales, à doses violentes. Mais il paraîtrait que de temps en temps cette médication héroïque n'a eu pour résultat que de remplacer, pour les malheureuses victimes, une intoxication par une autre. Les prescriptions que j'ai vues me paraissent en effet fort peu rassurantes : Travers ordonnait, par exemple, de

prendre toutes les demi-heures une dose de 7,5 gr. de liqueur de Fowler jusqu'à huit fois de suite.

Un médecin australien, Müller, dans un livre récent (1), vante la strychnine comme un antidote si merveilleux, qu'il témoigne « sa joie et sa reconnaissance d'avoir été pris par la Providence divine comme l'organe destiné à répandre sur l'humanité un bienfait qui empêchera beaucoup de souffrances et des morts nombreuses »..... Mais l'idée de Müller, combattue par l'expérience, ne semble pas tenir les promesses qu'elle suggérait à son auteur.

Plus récemment encore, M. Calmette annonçait à l'Académie des sciences de Paris (2) que le véritable antitoxique était trouvé : c'était le chlorure de chaux ou de soude administré en injections. Bien plus, c'était un remède préventif : des injections répétées d'hypochlorite de soude conféraient au sang des propriétés antitoxiques. Mais MM. Phisalix et Bertrand, reprenant avec soin les expériences de M. Calmette, et les contrôlant par épreuve et par contre-épreuve, ont démontré que le sel en question tenait toute son action de la propriété que possède l'hypochlorite de calcium d'oxyder rapidement les substances organiques ; cette action se manifeste naturellement sur la substance du venin auquel on mélangerait le chlorure de chaux, mais ne serait d'aucune utilité si on cherchait à l'appliquer en injectant du chlorure de chaux à une victime du Serpent venimeux pour le diffuser dans son sang. Tout ce que l'on pourrait obtenir, ce serait de mortifier les tissus aux environs du point d'injection du chlorure ; par là, on arriverait à retarder la diffusion du venin et peut-être à détruire celui-ci si l'injection est faite immédiatement après la morsure et tout près de l'endroit mordu ; ce serait une simple cautérisation, mais il y a

(1) Müller. *On Snakepoison, its Action and its Antidote.* Sydney, 1894.
(2) Comptes rendus Ac. des sc. de Paris, t. CXVIII, p. 720. 1894.

loin de là aux vertus que M. Calmette attribuait à son remède.

Tout au plus, donc, en supposant les conditions les plus favorables, les hypochlorites de chaux ou alcalins exerceraient une action locale. Cette action n'est évidemment pas propre aux hypochlorites : Kaufmann avait depuis longtemps obtenu le même résultat incomplet par des injections d'acide chromique au 1/100 ; comme les hypochlorites, l'acide chromique brûle le venin auquel on le mélange, et peut, pour ce motif, enrayer l'envenimation, à la condition que l'inoculation soit faite aussi près que possible de la plaie de la morsure. Cette inoculation serait sans effet, comme celle de l'hypochlorite, si on la pratiquait, comme le conseille M. Calmette pour l'hypochlorite, à une assez grande distance de la plaie envenimée.

Les expérimentateurs trouvèrent une voie plus droite en cherchant, non pas un remède proprement dit, mais une influence préventive dans les phénomènes de l'*accoutumance*. Kaufmann en avait eu l'idée en 1886, et avait pratiqué déjà quelques expériences à ce sujet en inoculant à des Cobayes des quantités de venin d'abord très minimes, puis successivement croissantes, mais il n'avait pu se rendre un compte exact de l'immunité qu'il avait ainsi conférée (1). Frazer, à Édimbourg, a poursuivi depuis 1889 des recherches semblables mais plus complètes : à la suite d'inoculations successives, il est arrivé à injecter à divers animaux des doses cinquante fois mortelles. M. Calmette a également réussi à immuniser des Lapins et des Cobayes de la même façon. Enfin, nous avons indiqué plus haut les études de MM. Phisalix et Bertrand sur l'accoutumance au venin vipérique.

MM. Phisalix et Bertrand, de leur côté, découvrirent en 1894 un nouveau procédé d'immunisation, en étudiant

(1) Arloing, dans le *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, art. « Venin » (1886), cite ces expériences alors encore inédites.

l'action de la chaleur sur les venins, étude que nous avons déjà citée. Ils constatèrent que le venin, chauffé à 75° environ pendant un quart d'heure, non seulement perd totalement son action phlogogène locale et modifie son action générale, ainsi que nous l'avons dit, mais, en outre, immunise l'organisme contre des doses mortelles de venin normal qu'on inocule ensuite ; à raison de cet effet, les auteurs de la découverte donnent au venin ainsi chauffé le nom significatif d'*échidno-vaccin*.

Il est à remarquer, en passant, que cette immunisation ne suit pas immédiatement l'inoculation vaccinale, mais ne se manifeste qu'après une sorte d'incubation de vingt-quatre à quarante-huit heures. Ainsi le parallèle entre le vaccin et la toxine microbique se trouve confirmé dans le détail : MM. Phisalix et Bertrand estiment en effet que la nécessité d'une incubation de l'échidno-vaccin dans l'organisme prouve que l'antitoxine du venin n'existe pas dans l'échidno-vaccin, mais n'est qu'un produit de l'organisme réagissant contre cet échidno-vaccin, qui n'est, en définitive, qu'un poison affaibli. C'est ainsi que l'on interprète aussi la formation des antitoxines microbiques (1).

Mais revenons à notre sujet. Il est certain que l'idée de s'adresser à l'accoutumance pour préserver l'organisme des envenimations rapprochait du but les chercheurs : on avait compris qu'il fallait combattre non les accidents locaux, qui sont secondaires, mais les accidents généraux qui sont essentiels ; on visait la cause même du mal. La découverte de l'échidno-vaccin par le procédé de la chauffe faisait faire un pas de plus. Mais enfin, ni l'accoutumance, ni l'échidno-vaccin ne procuraient toute l'immunité désirée.

Le dernier pas qui restait à faire, c'était d'appliquer aux

(1) C'est même ainsi que MM. Courmont et Doyon interprètent l'intoxication tétanique : pour eux, la toxine tétanique n'est qu'un produit de réaction de l'organisme. BULLETIN SOC. DE BIOLOGIE, mars 1895. — Charrin, *Mécanisme de l'action des toxines*, REV. GÉNÉRALE DES SC. PURES ET APPLIQUÉES, 1895, p. 24.

envenimations la méthode sérothérapique. Du moment que le poison des Serpents était assimilable au poison des microbes, la sérothérapie imaginée par les bactériologistes se présentait comme d'elle-même à l'esprit des travailleurs du venin. Qui eut le premier l'idée de cette application? c'est ce que l'on ne pourra jamais élucider. Fraser la mit en œuvre à Édimbourg, Calmette l'étudia à l'Institut Pasteur, Phisalix et Bertrand au Muséum. Devant l'Académie des sciences de Paris, MM. Phisalix et Bertrand suscitèrent la question de priorité entre eux et M. Calmette; ils y eut quelques réclamations de part et d'autre, et, si nous sommes bien informé, M. Calmette parvint à établir qu'il avait énoncé sa manière de voir devant Société de Biologie le 10 février 1894, tandis que la communication dans laquelle MM. Phisalix et Bertrand parlaient proprement de sérothérapie à l'Académie des sciences avait été lue à la séance du 12 février, c'est-à-dire quarante-huit heures après! Si l'Académie des sciences tenait ses séances le jeudi, ou bien si la Société de Biologie tenait les siennes le samedi, le débat eût été plus amusant!... Pour nous, il faut l'avouer, nous ne saisissons pas bien l'immense importance d'une avance ou d'un retard de quarante-huit heures dans la lecture de rapports qui résument plusieurs mois de travail : la science n'est pas un champ de course ; nous sommes persuadé que MM. Phisalix et Bertrand d'une part, M. Calmette de l'autre ont loyalement poursuivi leurs recherches respectives, et il nous paraît impossible de décider lequel d'entre ces ardents travailleurs a eu le premier l'idée d'étudier la sérothérapie des envenimations.

Il est sans doute plus important de déterminer par quelle méthode on arrivera le plus sûrement à appliquer le remède. La principale question à résoudre à ce sujet, c'est de trouver un bon procédé pour provoquer l'immunisation d'un animal et faire de son sérum un vaccin puissant et durable.

M. Calmette propose d'immuniser soit par des injections d'hypochlorite avec ou sans mélange de venin, soit par l'accoutumance. Nous avons vu ce qu'il fallait penser du premier procédé, qui doit évidemment être abandonné. Quant à l'accoutumance, elle mérite plus de confiance, nous semble-t-il, puisqu'elle procure une véritable immunisation; il paraît d'ailleurs bien clair que cette immunisation d'accoutumance est due à la formation d'antitoxine dans le sang, et M. Calmette, en effet, a réussi à vacciner avec le sérum d'animaux qu'il avait mithridatisés. C'est également à cette méthode que s'adresse M. Fraser dans ses essais de sérothérapie.

A l'immunisation par accoutumance, MM. Phisalix et Bertrand préfèrent leur procédé récemment découvert, c'est-à-dire l'injection d'échidno-vaccin produit par la chauffe convenablement ménagée du venin : d'après ces auteurs, le sang des animaux acquerrait des propriétés antitoxiques beaucoup plus puissantes que celui des animaux mithridatisés, et de plus cette méthode n'offre pas les dangers inhérents aux inoculations de venin normal qu'on est forcé d'employer pour produire l'accoutumance.

Il est évident qu'une longue série d'expériences est encore nécessaire pour faire prévaloir définitivement un des procédés sur l'autre, pour produire le sérum antitoxique dans toute sa puissance, pour déterminer exactement sa valeur vaccinale, enfin pour fixer les conditions les plus favorables de son emploi. Espérons qu'aux mains de savants aussi experts que ceux dont nous venons d'analyser les travaux, le remède obtiendra bientôt toute son efficacité, et que désormais le voyageur, l'explorateur scientifique, le missionnaire, munis de quelques tubes à vaccin, pourront parcourir avec moins de danger les pays redoutables qui servent de patrie aux Serpents venimeux.

MAURICE LEFEBVRE,
Docteur en sciences.

# LE FROID

## SON INFLUENCE SUR LES PHÉNOMÈNES

## PHYSIQUES, CHIMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES (1)

---

### II.

Complexes et variés sont les effets des basses températures sur les phénomènes physiques. Les démêler, les expliquer surtout est chose bien difficile, pour ne pas dire impossible, dans l'état actuel de la science.

Aussi n'est-ce pas là notre but. Nous avons voulu uniquement rassembler en quelques pages les travaux les plus intéressants touchant cette question, rapprocher entre eux les résultats fournis par les divers expérimentateurs, et tirer de ce rapprochement et de cette simple exposition des faits les conclusions qui semblent s'en déduire.

Un des effets les plus importants du froid, et d'ailleurs le plus étudié de tous, c'est *la liquéfaction et la solidification des gaz*.

Lavoisier (1) avait été bien inspiré lorsque, à une époque où l'on regardait encore l'état gazeux comme un état

(1) Voir la livraison précédente, octobre 1895, pp 522 et suiv.

(2) Cfr *Recueil des mémoires de Chimie de Lavoisier (Œuvres de Lavoisier publiées par le Ministère de l'Instruction publique*, t. II, pp. 804 seqq.).

permanent, il disait qu'un jour, peut-être, on ferait passer les gaz à l'état liquide, voire même à l'état solide.

Il avait raison. L'état liquide et l'état gazeux d'un corps (on pourrait en dire autant de l'état solide) ne sont que des modes d'être différents d'une même matière. Notre conception de la différence des états liquide et gazeux est uniquement basée : 1° sur la différence de compressibilité ; 2° sur la dilatation limitée des liquides, illimitée des gaz; 3° sur la différence de densité et les conséquences qui en résultent au point de vue des sensations musculaires et optiques. Mais ces différences ne sont après tout que des différences de degré, et l'on comprend qu'elles puissent s'annuler (1).

D'ailleurs, entre les liquides franchement liquides et les gaz franchement gazeux viennent se placer des corps qui semblent tenir à la fois des deux états. A 36°, l'éther éthylique $(C_2H_5)_2O$ liquide s'est déjà transformé en vapeurs d'éther ; à 19°, l'éthylamine $(C_2H_5NH_2)$ entre en ébullition ; le butane normal $(CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3)$ rentre déjà dans la catégorie des corps gazeux dans les conditions ordinaires, car il bout à + 1° ; la méthylamine $(CH_3NH_2)$, l'anhydride chloreux $(Cl_2O_3)$, l'anhydride azoteux $(N_2O_3)$ deviennent gazeux à la température de la glace fondante, etc., etc.

Il n'y a donc pas de distinction essentielle à établir entre l'anhydride carbonique gazeux et l'anhydride carbonique liquide, comme il n'y en a pas non plus entre l'eau et sa vapeur. Et comme tout liquide peut être transformé en vapeurs, ainsi toute vapeur ou tout gaz pourra se transformer en liquide.

Nous n'avons plus à revenir sur le mode de liquéfaction des gaz, — ce sujet a été traité dans la première partie de notre travail; mais il nous reste à exposer l'historique de cette intéressante question.

(1) Cfr Maxwell, *La Chaleur*, trad. par G. Mouret. Note du trad., p. 155.

Chose étonnante! parmi les corps franchement gazeux, ce ne fut pas l'un des plus faciles qu'on parvint à liquéfier le premier : cet honneur échut au gaz ammoniac. Van Marum, essayant de vérifier sur ce gaz la loi de Mariotte, le vit à sa grande stupéfaction se transformer en liquide sous l'effet d'une pression de six atmosphères, et couler en gouttelettes incolores le long des parois du tube.

En 1799, Guyton de Morveau fit avec Clouet et Hachette des expériences sur les mélanges réfrigérants (1). Il soumit en particulier l'ammoniaque à un refroidissement de — 48°, 75. L'ammoniaque se liquéfia ; mais comme le gaz employé n'était pas parfaitement sec, Guyton ne vit en cela que la condensation de l'eau qu'il renfermait. Baccelli répéta ces mêmes expériences en 1812 à l'université de Bologne.

Plusieurs années auparavant (1795), Hassenfratz, Welter, Bonjour et Hachette avaient réalisé la solidification du mercure à l'École polytechnique (2).

Monge et Clouet liquéfièrent à leur tour le gaz sulfureux par simple refroidissement à — 10°.

Pendant vingt-cinq ans, cette partie de la science ne fait aucun progrès. Mais en 1824 arrive sur la scène l'illustre physicien Faraday, qui pendant longtemps sera considéré comme presque seul arbitre dans cette question.

Avec l'appareil si simple que nous avons décrit plus haut, il liquéfie tout d'abord l'ammoniaque, le gaz sulfureux, le chlore, le gaz carbonique. Et lorsque son appareil, perfectionné par Thilorier, lui a fourni la neige d'anhydride carbonique en quantité suffisante, il comprime (1845) à cinquante atmosphères l'acétylène ($C_2H_2$) et l'hydrogène phosphoré ($PH_3$) dans un tube qu'il plonge au sein d'un mélange d'anhydride carbonique et d'éther, à une température de — 79°. L'acétylène et l'hydrogène

(1) ANNALES DE CHIMIE, 1re série, t. XXIX, p. 290.

(2) JOURNAL DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE, 1er cahier, Germinal an III, pp. 123-128.

phosphoré ne résistent pas à des moyens si puissants, et ils viennent s'ajouter à la nomenclature des gaz liquéfiés.

Dès lors la liquéfaction d'un nouveau gaz est chose presque quotidienne. Aucun ne semble offrir de résistance dans les mains de Faraday et des autres expérimentateurs de l'époque.

Bientôt pourtant le savant anglais se trouve arrêté devant quelques gaz qui résistent à tous ses efforts : le méthane ($CH_4$), l'oxyde de carbone (CO), l'oxyde d'azote (NO), l'oxygène, l'azote et l'hydrogène sont réellement de mauvaise volonté.

Il n'y a pas de doute, se disait-on : ces corps sont des *gaz permanents*, des gaz par essence ; on ne pourra jamais les amener à l'état liquide : Faraday ne l'a pas pu ; il serait téméraire de le tenter après lui, et après tant d'autres qui n'ont pas mieux réussi.

Pareil langage nous semble étrange aujourd'hui. Mais il faut nous rappeler quels efforts de tout genre on avait tentés pour produire la liquéfaction des six gaz réfractaires. En vain des physiciens et des chimistes célèbres, entre autres Natterer, Andrews, M. Berthelot, firent-ils subir à ces gaz des pressions énormes ; ils ne purent aboutir à aucun résultat.

Aimé, dans des expériences qu'il fit sur les côtes d'Alger, remplissait d'air atmosphérique des manomètres qu'il laissait ensuite descendre au fond de la Méditerranée. Il réalisait ainsi une pression de 400 atmosphères sans qu'il y eût trace de liquéfaction. M. Berthelot ne fut pas plus heureux en soumettant à une pression de 780 atmosphères l'air renfermé dans l'espace libre d'un thermomètre. En 1854 déjà, un savant viennois, Natterer, avait soumis sans résultat l'hydrogène et l'azote à des pressions qu'il évalue à 3600 atmosphères.

Trois mille six cents atmosphères ! Comment nous rendre compte de pareille pression ? Si nous voulions lui faire équilibre au moyen d'une colonne de mercure, il

faudrait donner à cette colonne neuf fois la hauteur de la tour Eiffel ; si, au lieu de mercure, nous employions l'eau, notre colonne ne devrait pas avoir moins de trente-sept kilomètres de hauteur ! Et cependant Natterer vit les corps soumis à ces pressions effrayantes rester encore parfaitement gazeux, alors que dans ces conditions la densité de l'azote était presque égale à celle de l'eau et supérieure à celle qu'on trouva plus tard pour l'azote liquide, celle-ci n'étant que de 0,885.

Devant ces expériences multipliées l'erreur des savants de cette époque nous semble bien pardonnable.

Pourtant plus sage fut Faraday. Il se souvint d'une expérience de Cagniard de la Tour, expérience qui date de 1822 (1). Le savant français, après avoir renfermé dans un tube de verre une certaine quantité d'éther sulfurique, le chauffait progressivement et sous pression de façon à le transformer en vapeur. L'appareil était tellement disposé qu'on pouvait à chaque instant connaître la pression exercée dans le tube. Quand il fut arrivé à 190° (la pression était alors de 38 atmosphères), il vit soudain la ligne de démarcation qui avait existé jusque-là entre le liquide et ses vapeurs s'effacer de plus en plus, puis disparaître complètement. C'était la découverte du *point critique*.

Nous ne pouvons entrer ici dans beaucoup de détails, ce serait sortir du cadre que nous nous sommes tracé ; il nous suffira de rappeler brièvement ce que l'on entend par ce mot.

A tout corps gazeux correspond une certaine température, et à cette température une certaine pression et un certain volume auxquels on a donné le nom de « température, pression, et volume critiques », et qui caractérisent un état particulier du gaz.

Au-dessus de son point critique, il est impossible de le

(1) ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, t. XVI, p. 127, et t. XXII, p. 410.

liquéfier ou de le conserver liquide, quelle que soit la pression qu'on lui fasse subir.

Pour l'anhydride carbonique, ce point est situé à + 31° de l'échelle centigrade, température supérieure à la température ordinaire de l'atmosphère. Voilà pourquoi on peut obtenir l'anhydride carbonique liquide sous la seule influence de la pression.

Mais à l'époque de Faraday on ne pouvait guère descendre au-dessous de — 100°. Comme le point critique des six gaz (excepté celui du méthane et de l'oxyde azotique) est situé beaucoup plus bas, il était impossible de les liquéfier, quelque énorme que fût la pression exercée.

Faraday avait cependant prévu qu'en abaissant encore la température on pourrait amener à l'état liquide ces gaz récalcitrants, tout comme on y avait amené les autres. L'expérience est venue confirmer les prédictions de l'illustre savant.

Le 24 décembre 1877 fut un jour mémorable pour l'Académie des sciences de Paris. On y apportait une nouvelle bien propre à émouvoir le monde savant : « l'oxygène est liquéfié ».

Déjà, un mois auparavant, M. Cailletet avait pu, grâce à son ingénieux appareil, obtenir sous forme de brouillard, par détente, l'oxyde azotique et le méthane. A la séance dont nous parlons, il faisait part à l'Institut de ses travaux sur l'oxygène (1). Ayant comprimé ce gaz à 300 atmosphères et l'ayant refroidi à — 29°, il avait obtenu par brusque détente un brouillard d'oxygène. L'oxyde de carbone lui avait d'ailleurs donné les mêmes résultats.

Étaient-ce des vapeurs, étaient-ce déjà des particules liquides, voire même solides ? Il n'en pouvait rien dire. Mais cela devait être, pensait-il, puisque, par cette brusque détente de trois cents à une atmosphère, il avait abaissé la température de plus de 200°.

(1) COMPTES RENDUS, LXXXV, pp. 1213 seqq.

Le phénomène dont nous venons de parler se reproduit dans les mêmes conditions pour l'anhydride carbonique et précède immédiatement sa liquéfaction. Lui aussi, lorsqu'il est soumis à la brusque détente, descend dans le tube sous forme d'un brouillard très fin.

M. Cailletet était donc en droit de conclure que l'oxygène et l'oxyde de carbone étaient bien près de leur point de liquéfaction, s'ils ne l'avaient pas déjà atteint. MM. Sainte-Claire Deville, Berthelot, Mascart et d'autres savants, qui assistèrent à cette expérience, partageaient en cela l'opinion de leur confrère.

Cette seule communication eût suffi pour inscrire cette journée au livre d'or de l'Académie. Ce n'était pourtant pas tout. Après la lecture de ce mémoire en vint un second tout aussi important que le premier.

Pendant que M. Cailletet, dans son laboratoire de Châtillon-sur-Seine, parvenait à de si beaux résultats, M. Pictet à Genève travaillait dans la même voie avec non moins de succès. Grâce à son mélange d'anhydrides carbonique et sulfureux, il avait pu maintenir quelque temps une température de — 110°. En comprimant l'oxygène à 500 atmosphères et en lui ouvrant subitement un accès à l'air libre, le gaz n'avait plus revêtu la forme de brouillard, mais il s'était précipité au dehors sous forme de jet liquide.

Conclusions à tirer de cette séance : dans la liquéfaction de l'oxygène, la priorité appartient sans nul doute à M. Cailletet ; néanmoins les magnifiques résultats obtenus par M. Pictet ne perdent pour cela rien de leur valeur.

Quelques jours plus tard, le 11 janvier 1878 (1), M. Pictet envoyait une nouvelle dépêche à l'Académie : « Hydrogène liquéfié hier (10 janvier), 650 atmosphères et 140° de froid. Solidifié par évaporation ; jet couleur bleu acier, intermittent ; projection violente de grenailles

(1) Cfr COMPTES RENDUS, LXXXVI, pp. 106 seqq.

sur le sol avec bruit strident très caractérique. Hydrogène solide conservé plusieurs minutes dans le tube. »

Une lettre explicative suivait. L'hydrogène avait été obtenu par l'action de la potasse caustique sur le formiate de potassium, la température de — 140° réalisée par l'emploi du protoxyde d'azote. — La raison pour laquelle M. Pictet croyait à la solidification de l'hydrogène dans le tube de son appareil était l'intermittence du jet gazeux qui s'en échappait.

Hélas ! cette fois l'illustre savant s'était laissé abuser par une illusion très compréhensible et très pardonnable dans une expérience aussi délicate. On dut le reconnaître plus tard : l'hydrogène n'avait pas été solidifié, peut-être pas même liquéfié. Ce n'est pas la seule fois d'ailleurs que la fausse nouvelle de la liquéfaction de l'hydrogène se répandit dans le monde savant.

A l'heure où nous sommes arrivés, ce gaz était le seul récalcitrant. Toutefois, il faut l'avouer, les cinq autres gaz « permanents » n'avaient été eux-mêmes liquéfiés que pour quelques instants ; on n'avait pas, surtout en quantités considérables, l'oxygène ou l'azote liquides à l'état stable, ou bien il fallait se résigner à les regarder à travers un tube en verre très épais.

Pendant cinq ans, aucun progrès sensible ne se fait plus remarquer. Mais le 16 avril 1883, deux savants polonais, von Wroblewski et M. Olzewski, annoncent à l'Académie(1) qu'ils viennent de liquéfier l'oxygène et l'azote, et de solidifier le sulfure de carbone et l'alcool par un procédé

(1) Lorsque les premiers résultats des recherches de von Wroblewski et de M. Olzewski furent connus à Paris, M. Cailletet souleva la question de priorité. Cfr REVUE DES DEUX MONDES, 1884, un article de Jamin intitulé : *Comment l'air a été liquéfié.* — Les deux savants polonais employèrent, il est vrai, l'appareil de M. Cailletet, mais en le perfectionnant. L'idée de se servir d'éthylène liquide comme réfrigérant était due, elle aussi, au physicien français (COMPTES RENDUS, XCIV, p. 1224) ; mais ce que ce dernier n'avait pu réaliser, liquéfier l'oxygène par ce procédé, von Wroblewski et M. Olzewski le réalisèrent.

nouveau. Ils ont perfectionné l'appareil de M. Cailletet (1) et, en faisant évaporer l'éthylène dans le vide, ils sont parvenus à maintenir une température de — 140°. L'oxygène sous pression de 22,5 atmosphères se liquéfie à — 136°. A cette même température, l'azote soumis à la pression de 150 atmosphères ne donne rien encore ; mais, par une détente brusque, il se produit au sein du gaz qui se liquéfie à l'instant une ébullition tumultueuse. Si la détente est lente, lorsqu'on arrive à 50 atmosphères, l'azote est liquéfié d'une façon complète, mais il reste peu de temps à l'état stable.

Grâce à cette découverte, on put dès lors obtenir l'oxygène en quantités plus considérables et mieux étudier ses propriétés. On reconnut que son point critique était — 118°, 8. Faraday ne pouvait donc pas réussir à le liquéfier, lui qui n'avait à sa disposition qu'une température de — 100°.

Le point critique de l'azote est situé plus bas encore : à — 140°. Voilà pourquoi les deux savants professeurs de Cracovie n'avaient pu l'obtenir liquide par la seule pression à la température de — 136°, et pourquoi à cette même température ils ne pouvaient le conserver à l'état stable. Mais en se servant du méthane au lieu de l'éthylène, selon le conseil M. Cailletet, on obtient un froid de — 160° ; dès lors la liquéfaction de l'azote est grandement facilitée.

L'oxygène sous la pression atmosphérique bout à — 182°, 7. Voilà donc un nouveau liquide volatil capable de produire un froid de — 182°, et par l'évaporation rapide un froid plus intense encore.

L'ébullition de l'azote sous la pression normale peut fournir une température de — 198°. C'est par l'évaporation, dans le vide, de l'azote liquide qu'on a obtenu la plus basse température réalisée jusqu'ici : — 225° (Olzewski, COMPTES RENDUS, C, p. 351).

(1) Cfr REVUE DES QUEST SCIENT., octobre 1895, p. 530.

L'azote et l'oxygène, les deux principaux constituants de l'air atmosphérique, étant liquéfiés, rien d'étonnant si cet air dans lequel nous vivons et nous respirons, cet air si léger, si subtil, on l'a lui-même obtenu liquide.

L'Angleterre a, elle aussi, son représentant dans la question qui nous occupe. En 1892, dans une « lecture publique » donnée sur ce sujet à la « Royal Institution », M. Dewar a pu montrer à ses auditeurs *un litre* d'oxygène liquéfié. Il se servit ensuite de l'évaporation de cet oxygène pour liquéfier l'air ; et l'on vit l'air même de la salle ruisseler en gouttelettes dans un tube entouré d'oxygène liquide sous faible pression, comme la vapeur d'eau se condense et ruisselle contre un mur froid.

C'est à — 192° que cela se passe. Si la terre se refroidissait jusque-là, toute l'atmosphère se résoudrait en pluie d'air liquide et ne formerait sur une surface supposée unie qu'une couche de onze à douze mètres d'épaisseur.

Il est curieux de remarquer que si les deux constituants de l'air, l'oxygène et l'azote, se liquéfient ensemble à un point intermédiaire (— 192°) entre leurs points d'ébullition normaux (— 182° et — 198°), ils s'évaporent l'un après l'autre. L'azote plus volatil s'en va le premier, l'oxygène le suit. Ce fait explique pourquoi la plupart des expériences sur les grands froids se font avec l'oxygène plutôt qu'avec l'air liquide. L'air liquéfié n'a pas une température d'ébullition constante ; à mesure que l'azote s'en va, ce point s'élève jusqu'à — 182° ; il est alors complètement transformé en oxygène. A partir de ce moment, le point d'ébullition reste constant.

L'oxygène et l'azote sont donc liquéfiés ; mais l'hydrogène ?

Le 21 janvier 1884, nouvelle dépêche à l'Académie des sciences (1), dépêche adressée cette fois par von

(1) COMPTES RENDUS, XCVIII, p. 149.

Wroblewski : « Hydrogène refroidi par oxygène bouillant s'est liquéfié par détente. »

Fausse nouvelle encore une fois ; l'auteur avoue lui-même qu'il n'a obtenu l'hydrogène liquéfié qu'à l'état dynamique (1). Et encore ?

M. Olzewski, opérateur si habile pourtant, essaie mais en vain d'arriver à la liquéfaction de l'hydrogène par l'ébullition de l'oxygène. Après avoir rapporté plusieurs expériences infructueuses, il continue en ces termes (2) :

« Les deux expériences que j'ai faites depuis ce temps ont été plus heureuses et plus positives. Elles démontrent que l'hydrogène, soumis à la pression de 190 atmosphères et refroidi par l'oxygène bouillant dans le vide (6 mm. de mercure), ne laisse pas reconnaître de ménisque ; mais quand on lui fait subir une détente rapide, il laisse voir une ébullition momentanée ne durant pas même une seconde, et projette de petites gouttes incolores et transparentes dans la partie supérieure du tube.

» Ce phénomène est donc absolument analogue à celui que M. Cailletet a observé dans l'oxygène refroidi par l'éthylène bouillant sous la pression atmosphérique et soumis à une détente subite. »

Il en conclut que l'oxygène bouillant, fût-ce même dans le vide, ne suffit pas à liquéfier l'hydrogène, tout comme l'éthylène bouillant sous la pression normale ne peut pas provoquer la liquéfaction de l'oxygène.

Quelques mois après (3), M. Olzewski essaie la liquéfaction de l'hydrogène par l'azote bouillant.

« Quand l'azote s'évaporait dans le vide, dit-il, et que la pression de l'hydrogène tombait de 160 à 40 atmosphères, je voyais l'hydrogène se condenser en un liquide incolore et transparent, projeté dans le tube et ruisselant sur ses parois. » Mais ces gouttes disparaissaient aussitôt.

(1) COMPTES RENDUS, XCVIII, p. 985.
(2) IBID., p. 365.
(3) IBID., p. 913.

C'était la liquéfaction de l'hydrogène à l'état dynamique. Le froid produit par l'ébullition de l'hydrogène dans le tube solidifiait pour quelques instants l'azote liquide.

Depuis, on a fait de grands progrès dans l'étude des propriétés des gaz aux basses températures, mais la liquéfaction de l'hydrogène à l'état stable est encore à réaliser. Ne désespérons pas cependant ; un grand pas vient d'être fait vers ce terme désiré.

Le 21 mars 1895, NATURE de Londres donnait une dépêche de M. Olzewski adressée à M. Ramsay, l'un des deux savants qui ont découvert l'argon :

« J'ai réussi, disait-il, à déterminer la température critique et le point d'ébulition de l'hydrogène : j'ai trouvé pour l'un — 234°,5, et pour l'autre — 243°,5. »

Voici comment le savant polonais avait opéré pour la réalisation de mesures aussi délicates (1).

Il produisait d'abord l'ébullition de l'hydrogène sous la pression critique (20 atm., d'après lui) et sous la pression atmosphérique. Pour cela il refroidissait à — 211° le gaz fortement comprimé. Il le laissait ensuite se détendre lentement et réglait la détente de façon que l'ébullition se produisît sous pression finale de 20 atm. ou d'une seule atmosphère. Celle-ci se maintenait constante quelques instants pendant lesquels il fallait prendre la température de l'hydrogène bouillant.

Pour évaluer de si basses températures, on ne peut guère recourir qu'à un seul moyen : la méthode des résistances électriques de MM. Cailletet et Colardeau. C'est cette méthode que le professeur de Cracovie a employée, et il a trouvé de cette façon comme température critique de l'hydrogène — 234°,5, comme point d'ébullition normale — 243°,5 (2).

(1) REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES, 30 juillet 1895, p. 617. E. Mathias, *La Liquéfaction de l'hydrogène.*

(2) Ces résultats concordent suffisamment avec les résultats trouvés théoriquement par M. Natanson, un collègue de M. Olzewski, à l'aide de la relation

Il s'agit donc à présent de produire un froid de — 234°,5, et l'hydrogène, lui aussi, sera liquéfié à l'état stable; on pourra le voir non plus sous la forme d'un brouillard tellement peu perceptible qu'il faut un éclairement particulier pour l'apercevoir, mais bel et bien liquide comme l'oxygène et les autres gaz dits « permanents ».

Certes on y arrivera, mais quand et comment? — Il y a d'ailleurs ici une très grave difficulté ; et peut-être faudra-t-il encore du temps avant qu'on puisse la surmonter. Pour tous les autres gaz, même pour l'oxygène et l'azote, on dispose de liquides dont le point d'ébullition, soit sous la pression normale, soit dans le vide, est situé au-dessous du point critique de ces gaz. Pour l'hydrogène au contraire il n'en est rien : la température d'ébullition dans le vide de l'azote (le gaz qui entre en ébullition le premier après l'hydrogène) est — 225°, et la température critique de l'hydrogène — est 234°5 ! Peut-être l'avenir nous réserve-t-il la découverte d'un nouveau gaz intermédiaire dont le point d'ébullition soit situé entre celui de l'azote et celui de l'hydrogène (1).

Quoi qu'il en soit, un grand pas vient d'être fait. Et il est à espérer que la science du froid trouvera bientôt une nouvelle cause de rapides progrès dans l'emploi de l'hydrogène liquide comme agent frigorifique;

suivante que fournit la thermodynamique : $(T_1 : T_0)^{\gamma} = (p_1 : p_0)^{\gamma-1}$ ; $\gamma = 1,40$, rapport des chaleurs spécifiques de l'hydrogène. M. Natanson trouve ainsi pour température critique — 231°. Il aboutit presque au même résultat (— 232°) par la loi des états correspondants de M. van der Waals. Cfr REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES, *loc. cit.*

(1) Pendant que cet article était sous presse, une note de M. Solvay a paru (COMPTES RENDUS, CXXI, p. 1141, 30 décembre 1895) faisant allusion aux travaux de M. Lunge à Munich. Ce savant parvient à liquéfier l'air au moyen de l'air lui-même, par plusieurs détentes successives. La théorie indiquait tout naturellement cette voie à tenter, mais on n'y était pas entré jusqu'ici dans la pratique.

Voilà donc un moyen, M. Cailletet le constate (IBID., p. 1143.), de liquéfier l'hydrogène : les détentes successives du gaz à liquéfier. Ajoutons qu'on pourra vraisemblablement arriver de la même manière à liquéfier l'hélium, et couronner ainsi l'œuvre de la liquéfaction des gaz.

elle aura alors à sa disposition une température de — 243°, et une température plus basse encore par l'évaporation rapide de ce gaz réfractaire.

Telle est dans son ensemble l'histoire de la liquéfaction des six gaz réputés permanents à l'époque de Faraday. Mais depuis lors deux découvertes, de date récente, ont amené sur la scène scientifique deux corps nouveaux : l'*argon* et l'*hélium*. Les hommes de science d'il y a vingt ans, s'ils les avaient connus, les eussent certainement rangés, eux aussi, parmi les gaz permanents.

L'argon fut liquéfié et solidifié sans difficulté par M. Olzewski dès sa première apparition (1). Sa température d'ébullition est — 186°,9, et celle de fusion — 189°,6. A peine deux degrés de différence : peu s'en faut qu'il ne puisse pas exister liquide sous la pression normale, propriété qu'il partagerait avec le gaz carbonique.

Et l'hélium ? Pour lui, malheureusement, il n'en va plus comme pour l'argon. M. Olzewski adressait à M. Ramsay, il y a quelques mois, une lettre dont le savant anglais a communiqué le contenu à NATURE (2).

« Ayant soumis, dit M. Ramsay, l'échantillon d'hélium que je lui avais envoyé au même traitement que celui par lequel il avait réussi à liquéfier l'hydrogène, c'est-à-dire en comprimant le gaz à la pression de 140 atmosphères, en le refroidissant à la température de l'air en ébullition sous faible pression, puis en le détendant d'une façon soudaine, il n'a pu découvrir aucun signe de liquéfaction.

» Il ne faut pas s'étonner que l'hélium se liquéfie plus tard que l'hydrogène alors qu'il a une densité plus grande que lui. La même chose se remarque pour l'argon et pour l'oxygène. M. le professeur Olzewski attribue ce

(1) Cfr REVUE DES QUEST. SCIENT., juillet 1895. R. P. Fern. Goossens, S. J., *L'Argon*, pp. 166 seqq.
(2) NATURE, Oct. 1895, p. 544.

phénomène à la simplicité de la structure moléculaire de l'argon. Semblable fait semble donc arguer en faveur de la simplicité de l'hélium, bien que des recherches ultérieures aient confirmé l'opinion de M. Runge, qui voit dans l'hélium un mélange de deux ou plusieurs gaz. S'il en était ainsi, les points d'ébullition de ces deux ou plusieurs gaz seraient situés extraordinairement bas. »

D'après cette lettre, on peut juger que, malgré les beaux résultats obtenus dans ces dernières années, on est loin encore d'avoir réalisé la liquéfaction de *tous* les gaz. L'hydrogène et l'hélium surtout ne seront peut-être pas de sitôt liquéfiés à l'état stable.

Est-il nécessaire d'ajouter que leur solidification, et même la solidification de quelques corps liquides dans les conditions normales, est moins avancée encore ?

L'ammoniaque passe à l'état solide à — 75°; le gaz sulfureux et le gaz carbonique à — 79° ; l'acide sulfhydrique à — 85°; l'acide bromhydrique à — 120°; l'alcool éthylique à — 130° ; l'argon à — 189° ; l'azote à — 203°, etc.

D'autre part, l'acide fluorhydrique, l'éther méthylique et bien d'autres corps sont encore à solidifier. Est-ce à dire que pour la plupart on ne soit pas à même aujourd'hui d'y arriver ? Non ; mais peu de laboratoires disposent d'une température de — 200° pour réaliser ces expériences ; il n'est donc pas étonnant qu'on n'ait pas encore pu déterminer le point de solidification des nombreux corps qui se solidifient entre 100° et 200° sous zéro.

Ajoutons à cela les corps que l'on a cherché en vain à solidifier, l'oxygène (1), l'hydrogène, l'hélium, et nous pourrons conclure qu'un champ très vaste encore reste ouvert à ceux que tente l'étude des grands froids.

(1) Chose étrange ! si l'oxygène ne se solidifie pas, l'air, constitué pour la presque totalité d'azote et d'oxygène, se solidifie. Peut-être, dans cette solidification apparente de l'air, n'y a-t-il après tout que l'azote seul qui change d'état, l'oxygène restant liquide mais se trouvant inclus dans la neige d'azote.

D'après tout ce que nous avons dit, nous pouvons dresser le tableau suivant.

PRINCIPALES CONSTANTES PHYSIQUES DES GAZ DITS PERMANENTS.

| NOMS DES CORPS | DENSITÉ DU GAZ (1) | TEMPÉRATURE CRITIQUE | ÉBULLITION | FUSION | DENSITÉ DU LIQUIDE (1) |
|---|---|---|---|---|---|
| Méthane | 0,558 | — 81°8 Olz.<br>— 95°9 Dew. | — 164° Olz.<br>— 160° Wrobl. | — 185°8 | 0,415 |
| Oxyde azotique | 1,039 | — 93°5 | — 153°6 | ? | ? |
| Oxyde de carbone | 0,968 | — 140° env. | — 190° Wrobl. | — 211° Olz. | ? |
| Oxygène | 1,1056 | — 118°8 | — 182°7 | ? | 1,124 |
| Argon | 1,312 | — 121° | — 186°9 | — 189°6 | 1,5 |
| Azote | 0,9714 | — 140° | — 198° | — 203° | 0,885 |
| Hydrogène | 0,06949 | — 234°5 | — 243°5 | ? | ? |
| Hélium | 0,27 Ramsay<br>0,14 Cleve | ? | ? | ? | ? |

Avant d'aborder l'exposition des propriétés des gaz liquéfiés, il nous faut répondre à une question qui se présente naturellement à l'esprit : *comment conserver des liquides si volatils de façon à pouvoir les étudier à loisir ?*

Pour recevoir réponse à cette question, adressons-nous à M. Dewar. Il y a deux ans (1894), il a obtenu de grandes quantités d'air liquide, et cela dans des conditions exceptionnelles : le liquide, ainsi qu'un liquide parfait, était absolument tranquille.

Pour obtenir ce résultat, M. Dewar place le liquide dans un flacon en verre à doubles parois, entre lesquelles on a fait le vide. Le flacon est alors plongé dans de l'oxygène liquide, renfermé lui-même dans une seconde enveloppe

(1) On a pris comme unité la densité de l'air pour le gaz, et celle de l'eau pour le liquide.

reliée à une pompe à air. On réduit la pression à 12 mm., ce qui fait tomber la température à — 200°. Dans ces conditions, on peut conserver l'air liquéfié sous la pression atmosphérique, et si l'on diminue cette pression, l'air se solidifie et se prend en gelée.

Quelques mois auparavant, le savant anglais avait fait plus encore. Une quantité notable d'air liquéfié fut transportée par ses soins de Londres à Cambridge.

Il avait emprisonné l'air liquide dans un flacon de verre à doubles parois. L'espace qui séparait les deux parois ne contenait que des vapeurs mercurielles et un peu de mercure liquide. Lorsqu'on introduisit l'air liquéfié dans le flacon intérieur, les vapeurs de mercure se condensèrent par suite du froid intense produit, et la paroi se couvrit d'une couche de mercure excessivement mince qui formait une surface d'une haute imperméabilité pour la chaleur radiante. Lorsque le flacon fut fermé, on l'enveloppa d'anhydride carbonique solide. Cet anhydride contribua, lui aussi, à congeler le mercure et à fixer le dépôt formant miroir. Les vapeurs mercurielles furent ainsi réduites à une quantité infinitésimale, et l'on obtint un vide presque complet.

Le vase intérieur était donc protégé par une première enveloppe à la température de la neige d'anhydride carbonique (— 79°). La seconde enveloppe étant constituée par un vide presque absolu, l'apport de chaleur dans le vase intérieur par convection était presque nul et par conséquent la température du liquide placé dans ce vase devait rester sensiblement constante.

M. Kamerlingh Onnes (1), professeur à Leyde, n'emploie pas les vases à doubles parois de M. Dewar. « Le bain

(1) Le laboratoire cryogène de M. Kamerlingh Onnes est remarquable par sa grande simplicité. « L'oxygène liquide est versé dans un appareil de verre propre à laisser suivre les expériences et à permettre les observations et les mesures. La vapeur de l'oxygène est continuellement comprimée, liquéfiée et versée de nouveau dans l'appareil. Avec une petite quantité d'oxy-

liquide est protégé par sa propre vapeur qui refroidit une caisse spéciale avec des fenêtres construites de telle sorte qu'elles restent toujours libres de givre et permettent la formation d'images nettes dans la lunette. »

Mais, dira-t-on, n'y a t-il pas un moyen beaucoup plus simple de préserver ces liquides contre l'apport de chaleur extérieure ? Est-il nécessaire de s'entourer de tant de précautions ? La laine, le coton, la ouate, le sable fin, la sciure de bois, une foule d'autres substances possèdent la singulière propriété de ne pas livrer passage à la chaleur à travers leurs tissus. N'est-ce pas sur cette propriété qu'est basé l'usage des vêtements comme moyens de protection contre la chaleur et le froid ? Il suffira, semble-t-il, d'entourer d'une couche très épaisse d'étoffes de laine, ou de telle autre substance peu conductrice qu'on voudra, les surfaces à protéger contre l'action de la chaleur. Cette dernière ne pourra les traverser, et on pourra conserver ainsi les gaz à l'état liquide sans prendre tant de peine.

Tout beau ! Il est vrai, à la température ordinaire, ces substances ne laissent pas passer la chaleur rayonnante ; mais sont-elles encore *adiathermanes* lorsqu'on descend un peu bas dans l'échelle des températures ?

gène en circulation, on peut maintenir indéfiniment un bain d'oxygène liquide d'un quart à un demi-litre.

» La liquéfaction de l'oxygène s'obtient par une chute de température obtenue dans deux circulations. Le serpentin de condensation pour l'oxygène est noyé dans l'éthylène bouillant au vide, dans un flacon de cuivre à paroi mince, protégé efficacement contre l'afflux de chaleur. Les vapeurs de l'éthylène retournent par une pompe pneumatique et un compresseur conjugués dans un condenseur et de là dans le flacon de cuivre.

» Le condenseur de l'éthylène est refroidi par une circulation de chlorure de méthyle .. Les circulations sont arrangées, et le flacon de cuivre a été construit de façon à permettre d'opérer avec un minimum de gaz condensés.

» En opposition avec les expériences de M. Dewar, où il est question de très grandes quantités d'éthylène (50 kilogr.), la circulation dans le laboratoire de Leyde ne demande que 1 1/2 kilogr. C'est avec cette petite quantité d'éthylène et avec une force motrice qui ne s'élève pas à plus de 6 à 8 chevaux-vapeur, que M. Kamerlingh Onnes obtient le bain permanent d'oxygène liquide décrit plus haut. » REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES, 30 janvier 1895, p. 86.

En dessous de — 100°, la chaleur traverse toutes les enveloppes protectrices, quelle que soit leur nature ou leur épaisseur, avec la même facilité. Ce n'est qu'à partir de — 70° que l'influence de la couche protectrice commence à se manifester. Les expériences faites il y a deux ans par M. Pictet le prouvent à l'évidence (1).

De ce fait il résulte que toutes les expériences à très basses températures nécessitent de puissants appareils frigorifiques, qui soient capables d'enlever la chaleur rayonnante au fur et à mesure qu'elle arrive dans les réfrigérants. Et peu importe qu'on recouvre ceux-ci d'une couche protectrice, fût-elle très épaisse : aux basses températures, tous les corps sont devenus transparents pour la chaleur comme le verre l'est pour la lumière. C'est comme si l'on voulait construire une chambre noire pour un photographe, et qu'on fît des murs en verre très limpide. L'épaisseur que l'on donnerait aux parois n'exercerait qu'une bien mince influence.

Le savant expérimentateur voit dans cette anomalie un rapprochement de plus à établir entre la chaleur et la lumière (2).

Qui n'a entendu parler de l' « *Alpenglühen* », de ces beaux couchers de soleil dont les montagnes des Alpes sont souvent témoins? Tout le ciel paraît en feu. On croit à un immense incendie. Mais peu à peu la lueur diminue. Bientôt elle finit par disparaître, emportant avec elle tout le charme de ce splendide spectacle pour faire place à la nuit.

L'explication de ce beau phénomène des contrées alpines est simple et facile. La lumière rouge traverse plus aisément les couches atmosphériques que les autres couleurs correspondant à des ondes de l'éther plus courtes. Dès lors, quand le soleil est près de se coucher et que la

(1) Pour le détail de ces expériences, cfr REVUE DES QUEST. SCIENT., janvier 1895, R P. Thirion, S. J., *Bulletin de physique.*

(2) Cfr REVUE SCIENTIFIQUE, 8 octobre 1894, p. 423, et 26 janvier 1895, p. 104. R. Pictet, *Le Rayonnement aux basses températures.*

lumière qu'il nous envoie doit passer à travers une couche plus épaisse d'air atmosphérique, la lumière rouge seule peut arriver jusqu'à nous, les autres teintes du spectre sont arrêtées.

De même, ici, les vibrations calorifiques de l'éther correspondant aux basses températures et homologues des vibrations lumineuses qui donnent le rouge du spectre, puisqu'elles sont les unes la note grave de la gamme de la lumière, les autres la note grave de la gamme de la chaleur, — ces vibrations, disons-nous, traversent les corps presque sans résistance, tandis que les vibrations d'ordre supérieur ne peuvent plus passer; tout comme la lumière rouge pénètre à travers les couches atmosphériques alors que les rayons des autres couleurs sont éteints.

Comment et pourquoi se produit pareil phénomène ? Tel est le problème que M. Pictet s'est posé. Nous ne le suivrons pas dans la solution qu'il nous en donne : ce n'est, comme il l'avoue lui-même, qu'un premier essai, et cet essai nous semble reposer sur trop d'hypothèses pour qu'il puisse satisfaire complètement.

A propos de *transparence thermale*, M. Dewar a soumis les gaz liquéfiés à un autre mode d'expérience (1). Vu l'action absorbante des récipients en verre, on ne peut guère déterminer que la transparence thermale pour les chaleurs de haute réfrangibilité, telles que celles fournies par une lampe à huile de colza.

Toutes corrections faites, et adoptant le chloroforme pour unité, M. Dewar aboutit aux résultats suivants :

| | |
|---|---|
| Chloroforme | 1,0 |
| Sulfure de carbone | 1,6 |
| Oxyde azotique | 0,93 |
| Oxygène | 0,9 |
| Éthylène | 0,6 |
| Éther | 0,5 |

(1) REVUE SCIENTIFIQUE, 1er juin 1893. J. Dewar, *Les Usages scientifiques de l'air liquide.*

Ainsi, l'oxygène liquide est à peu près aussi transparent que le chloroforme pour les radiations calorifiques à haute température. L'éthylène au contraire est beaucoup plus opaque.

Mais voilà longtemps que nous parlons de gaz liquéfiés, et nous n'avons rien dit encore de l'*aspect* que présentent ces liquides étranges. Eh bien ! de prime abord, à les voir on pourrait être très déçu, on pourrait s'y tromper et les confondre même avec l'eau. La plupart sont incolores ; il faut en excepter l'oxygène, d'un bleu très pâle, et l'ozone, d'un bleu plus foncé.

Pourtant, si l'on examine de plus près ces liquides, on ne tardera pas à les distinguer de l'eau. A côté de la plupart d'entre eux, l'eau, l'alcool lui-même nous font l'effet d'une huile lourde, paresseuse et visqueuse, tant ces nouveaux liquides sont mobiles. Leur densité est en général peu élevée ; la densité de l'oxygène et de l'argon est cependant un peu supérieure à celle de l'eau.

En collaboration avec M. Liveing, M. Dewar a recherché l'*indice de réfraction* de l'azote et de l'air liquides ; ces indices sont respectivement, pour le rayon D, 1,2053 et 1,2062.

Les deux mêmes savants ont aussi obtenu le *spectre d'absorption de l'oxygène liquide*. On sait que dans le spectre solaire certaines raies sont dues à l'absorption qu'éprouvent les rayons du soleil en passant par notre atmosphère. On les a nommées *raies telluriques*.

Déjà M. Egoroff avait obtenu les raies A et B de Frauenhoffer en mettant de l'oxygène sous pression de six atmosphères dans un tube de vingt mètres de longueur. M. Olzewski, en employant l'oxygène liquide sur une mince épaisseur, put reproduire la raie A. Enfin MM. Liveing et Dewar, en donnant à la colonne d'oxygène liquide une épaisseur de quinze centimètres, virent la raie B s'ajouter à la raie A.

Il y a quelques mois, les deux savants anglais ont poussé d'un autre côté leurs recherches sur le spectre de l'oxygène liquide.

M. Janssen avait trouvé que l'intensité des bandes diffuses d'absorption croît comme le carré de la densité de l'oxygène, et il a confirmé récemment ce résultat par des observations du spectre solaire dans le désert du Sahara (1). MM. Liveing et Dewar ont voulu constater si cette loi s'appliquait encore au gaz liquéfié; pour y parvenir, ils comparèrent le spectre d'absorption de l'oxygène liquide avec celui de l'air liquide. La densité de l'oxygène y est en effet beaucoup moins grande, vu que ce gaz liquéfié n'y occupe que 18 à 19 p. c., du volume, l'azote en occupant 81 p. c.

« L'absorption due à l'air liquide, sous une épaisseur de $0^m,019$, était directement comparée à celle de l'oxygène liquide, pris sous une épaisseur de $0^m,004$. La lumière qui avait traversé ce dernier était, au moyen d'un prisme à réflexion, introduite dans le champ de vision du spectroscope en même temps que celle qui avait traversé l'air liquide. La position des lampes était alors réglée de manière que l'éclat des régions spectrales dépourvues de bandes d'absorption fût le même dans les deux spectres. Dans ces conditions, on constata que l'intensité des bandes d'absorption était beaucoup plus développée par $0^m,004$ d'oxygène liquide que par une épaisseur cinq fois plus grande d'air liquide.

» Les vases contenant les liquides étant ouverts, l'air liquide s'évapora graduellement ; et comme le point d'ébullition de l'azote est inférieur à celui de l'oxygène, l'azote s'évapora plus rapidement et le liquide résiduel contint une proportion de plus en plus grande d'oxygène. Aussi les bandes d'absorption devinrent-elles de plus en plus intenses, jusqu'à surpasser en intensité celle de l'épaisseur plus faible d'oxygène.

(1) COMPTES RENDUS, CXXI, p. 162.

» Une autre portion d'air liquéfié comme précédemment fut mêlée rapidement avec un égal volume d'oxygène liquide, et l'absorption de ce mélange fut comparée comme ci-dessus à celle de l'oxygène liquide. On reconnut que l'absorption de $0^m,024$ du mélange était beaucoup plus grande que celle de $0^m,004$ d'oxygène liquide. La densité de l'oxygène liquide dans ce mélange était, en effet, trois fois plus grande que celle de l'oxygène dans l'air pur liquéfié et, suivant la loi de Janssen, l'absorption aurait dû devenir neuf fois plus grande. Nos observations s'accordent donc avec ce résultat (1). »

Puisque nous en sommes aux propriétés optiques, arrêtons-nous-y encore quelques moments pour étudier les phénomènes de *phosphorescence* et de *coloration des corps* aux basses températures.

On sait que certains corps, en particulier les sulfures alcalino-terreux, les sulfures de calcium, de baryum, de strontium, etc., peuvent absorber de la lumière lorsqu'on les soumet à l'insolation, et rendre ensuite cette lumière quand on les place dans l'obscurité ; en d'autres termes, ils sont phosphorescents.

M. Pictet a étudié les effets qu'un grand froid produirait sur ces phénomènes (2). Il a reconnu que, pour toutes les substances phosphorescentes dont on fait usage en physique, il y a une température, la même pour toutes, où, placées dans l'obscurité, elles ne rendent plus de lumière. C'est vers — 70° que disparaît la phosphorescence.

Si on laisse alors revenir d'eux-mêmes les tubes qui contiennent ces substances à la température ordinaire sans les soumettre à nouveau à la lumière, ils reprennent bientôt leur éclat, qui augmente à mesure que la chaleur leur revient.

D'autre part M. Dewar, opérant à la température d'ébul-

(1) COMPTES RENDUS, CXXI, p. 163. Liveing et Dewar, *Sur le spectre d'absorption de l'air liquide.*

(2) Cfr REVUE DES QUEST. SCIENT., janv. 1893. R. P. Thirion, *loc. cit.*

lition de l'air (—192°), constate lui aussi la disparition de la phosphorescence aux très basses températures ; mais il remarque en outre que les corps phosphorescents, soumis à l'insolation tandis qu'ils sont portés à ces basses températures, acquièrent, après s'être réchauffés, un pouvoir d'émission beaucoup plus considérable que dans les conditions normales ; à tel point que la gélatine, la celluloïde, la paraffine, l'ivoire présentent, après leur insolation à très basse température, des phénomènes de phosphorescence bien marqués (1).

Il serait difficile de donner, dès aujourd'hui, l'explication de ces deux propriétés des corps phosphorescents soumis aux grands froids ; aussi nous ne nous y arrêterons pas davantage.

Quant à la *coloration des corps*, voici les expériences de M. Dewar.

En plongeant certains corps dans l'air liquide, il a remarqué que la basse température ainsi obtenue (— 192°) exerçait une influence très sensible sur la couleur de certains corps. Ainsi le vermillon et l'iodure mercurique, tous deux d'une belle couleur écarlate, tournent à l'orangé pâle ; le nitrate d'uranium, jaune dans les conditions normales, prend une teinte blanche. Les couleurs bleues et les couleurs organiques ne sont pas altérées à cette température.

Ces faits prouvent que l'absorption spécifique de beaucoup de substances subit de grands changements à la température de — 192°.

Passons maintenant à des phénomènes d'un autre genre.

La *ténacité* des métaux et leur *allongement avant rupture* subit aussi l'influence des grands froids. Ces deux propriétés augmentent constamment à mesure que baisse

(1) Soc. Chim. Londres, nov. 1894.

la température. L'examen du tableau suivant suffit amplement à le montrer (1).

EFFORT DE RUPTURE EN KILOGR. POUR

| FILS MÉTALLIQUES (2 1/2 mill. de diam.) | à 15° C. | à — 182° C. | TIGES FONDUES (2 1/2 mill. de diam.) | à 15° C. | à — 182° C. |
|---|---|---|---|---|---|
| Acier (doux) | 190 | 317 | Étain | 91 | 177 |
| Fer | 145 | 304 | Plomb | 35 | 77 |
| Cuivre | 91 | 136 | Zinc | 16 | 12 |
| Bronze | 140 | 200 | Mercure | 0 | 14 |
| Maillechort | 213 | 272 | Bismuth | 27 | 14 |
| Or | 115 | 154 | Antimoine | 28 | 14 |
| Argent | 150 | 190 | Alliage de Wood | 64 | 204 |

Comme on peut le voir, pour la plupart des métaux la cohésion augmente avec l'abaissement de température. La cohésion du fer est plus que doublée, celle de l'alliage de Wood est triplée. La résistance du mercure lui-même devient presque la moitié de la résistance normale du plomb.

D'autre part, il y a exception pour le zinc, le bismuth et l'antimoine. Mais il faut remarquer qu'il s'agit ici de corps cristallins : les tensions développées par leur refroidissement doivent nécessairement affaiblir les plans de clivage et, par suite, rendre plus facile la rupture. Tous les autres métaux sur lesquels M. Dewar a opéré suivent la règle générale. Dernièrement encore l'habile et savant professeur plongeait un ressort en magnésium dans l'oxygène liquide à la température de — 182°. Le ressort perdait bientôt toute sa flexibilité ; mais en revanche on pouvait lui faire supporter un poids relativement considérable.

Plongé dans l'oxygène liquide, le caoutchouc tendu se détend et se ride, tout comme il se contracte sous l'influence

(1) REVUE SCIENTIFIQUE, 1er juin 1895. J. Dewar, *Les Usages scientifiques de l'air liquide.*

de la chaleur ; quant à son élasticité, elle ne paraît pas altérée par ce refroidissement à — 182°.

M. Pictet a remarqué de son côté que les métaux gagnent en *sonorité* lorsqu'ils sont soumis à ces grands froids. Ainsi, à 150° sous zéro, le mercure et le plomb rendent un son parfaitement pur. De même un ressort de magnésium vibre comme un ressort d'acier.

Mais il est un autre ordre de phénomènes plus important sur lesquels le froid exerce son influence. Nous voulons parler des *phénomènes magnétiques*.

Certains corps, tels que le fer, le nickel, le cobalt et autres, sont attirés par l'aimant. Ce sont les corps *paramagnétiques* ; d'autres, au contraire, le bismuth, le plomb, sont repoussés par l'aimant; on dit pour cette raison qu'ils sont *diamagnétiques*.

Depuis longtemps déjà, on avait remarqué que l'action de l'aimant sur un corps croissait en intensité avec l'abaissement de température.

Dans des expériences assez récentes (1), M. Pictet a opéré jusqu'à 150° sous zéro, et il a pu constater que de fait l'action magnétique croissait à mesure que le thermomètre descendait ; si bien que l'aimant sur lequel il expérimentait et qui à + 30° pouvait porter 57,31 gr., en supportait 76,64 à — 105°.

Cette augmentation de puissance continue-t-elle avec un abaissement de plus en plus grand ? C'est ce qu'il serait intéressant de constater. A voir la marche du phénomène, il semble que la puissance de l'aimant doive continuer à s'accroître : la courbe qu'on en pourrait tracer est presque une ligne droite qui semble, à mesure qu'on descend plus bas dans l'échelle des températures, indiquer plutôt une augmentation dans l'accroissement de force magnétique de l'aimant.

(1) COMPTES RENDUS, CXX, p. 263.

D'ailleurs il n'y a rien là qui doive nous surprendre. Ces phénomènes sont en effet, suivant les idées généralement admises, propres à la molécule ; si donc le nombre de molécules augmente pour un même volume, ces phénomènes devront nécessairement se manifester d'une façon de plus en plus énergique ; mais il est évident que le nombre des molécules pour un même volume augmente avec l'abaissement de la température, puisque le volume du corps diminue et que pourtant le corps ne perd ni ne gagne rien en poids. Tout nous porte donc à croire que la puissance de l'aimant s'accroît d'une façon constante avec l'abaissement de la température.

Cependant à ces résultats on peut opposer les expériences de M. Torwbridge. Ce savant a trouvé que le moment magnétique d'un aimant permanent était diminué de 50 p. c. environ à la température de — 80°.

M. Dewar, de son côté, a étudié l'influence des grands froids sur le moment magnétique d'aimants divers (1). Il soumet ces aimants à trois refroidissements successifs à — 182°, après chacun desquels il laisse revenir les aimants à la température normale.

Voici les résultats qu'il obtient :

*1re expérience* (Acier trempé, $0^m,125$ long. et $0^m,01$ diam.) :

| | — *182°* | + *15°* |
|---|---|---|
| 1er cycle | + 0 p. c. | — 30 p. c. |
| 2e cycle | + 33 » | — 5 » |
| 3e cycle | + 36 » | — 0 » |

*2e expérience* (Acier doux) :

| | | |
|---|---|---|
| 1er cycle | + 12 p. c. | — 28 p. c. |
| 2e cycle | + 51 » | — 0 » |
| 3e cycle | + 51 » | — 0 » |

(1) REVUE SCIENTIFIQUE, 1er juillet 1895. J. Dewar, *loc. cit.*

De ces deux expériences, et de plusieurs autres encore, il semble résulter que chaque aimant a ses caractéristiques individuelles, et que la répétition du cycle de variation de température amène l'aimant à un état stable à partir duquel le refroidissement produit toujours une augmentation de 30 à 50 p. c. de l'intensité magnétique, sans que le relèvement de la température donne lieu à aucune perte sur l'intensité primitive.

Ces données semblent corroborer les résultats partiels obtenus par M. Pictet, tout en expliquant la conclusion que M. Torwbridge tire de ses expériences ; mais elles montrent aussi où en est la question. Comment expliquer en effet cette allure diverse et bizarre des divers aimants ? Comment expliquer cet état stable auxquels ils parviennent après quelques passages successifs des plus basses températures à la température ordinaire ? Nous ne chercherons pas à y trouver réponse ; à l'avenir de le faire.

Dans le même ordre d'idées, restait pendante une autre question qui n'est pas dépourvue d'intérêt. L'oxygène gazeux, on l'avait constaté, est paramagnétique, mais si faiblement ! Becquerel, déterminant les valeurs relatives du magnétisme dans le fer et dans l'oxygène, trouva pour le magnétisme de ce dernier 377, alors qu'il représentait par 1 000 000 le magnétisme du fer. Qu'en serait-il de l'oxygène liquide (1) ?

Je dois ici rapporter une belle expérience de M. Dewar, faite dans une lecture publique de la « Royal Institution ».

L'électro-aimant employé était celui-là même dont Faraday s'était autrefois servi pour ses belles recherches sur l'électro-magnétisme. Les deux pôles de l'aimant étaient très rapprochés l'un de l'autre et produisaient entre eux un champ magnétique extrêmement intense.

(1) ÉTUDES RELIGIEUSES, PHILOSOPHIQUES ET LITTÉRAIRES, août 1893. R. P. de Joannis, S. J., *loc. cit.*

L'habile expérimentateur versa alors dans une soucoupe en sel gemme une petite quantité d'oxygène liquide ; celui-ci prit aussitôt l'état sphéroïdal, comme fait une goutte d'eau jetée sur une pelle qu'on a portée au rouge. Cette soucoupe fut alors placée au-dessous de l'intervalle séparant les deux pôles, puis le courant fut lancé dans l'électro-aimant. Aussitôt le globule d'oxygène s'élance hors de la soucoupe et vient se coller aux deux pôles de façon à former entre eux un pont liquide. On fait cesser le courant, et l'oxygène retombe à l'instant en gouttelettes dans la soucoupe de sel gemme, où il achève de s'évaporer.

Cette action est tellement forte qu'il est impossible de maintenir un tube renfermant de l'oxygène liquide à proximité des pôles d'un aimant puissant, tant est grande l'énergie avec laquelle il tend à se précipiter sur eux. A cette température, son magnétisme surpasse même celui du fer.

L'oxygène n'est pas le seul gaz influencé dans ses propriétés magnétiques par un changement d'état. L'anhydride carbonique à la température ordinaire est diamagnétique, mais cette propriété est à peine sensible ; aussi les expérimentateurs sont-ils très divisés sur la force diamagnétique qu'ils lui accordent.

Des expériences faites en 1893 par le R. P. Thirion, S. J., et le R. P. De Greeff, S. J., et dont les résultats ont paru dans les ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES (1), prouvent que l'anhydride carbonique solide n'est pas moins diamagnétique que le bismuth ou le plomb.

Les deux expérimentateurs se servaient pour leurs recherches de crayons d'anhydride carbonique solide bien compacts, qu'on pouvait conserver et observer à loisir pendant plusieurs heures. Ils eurent soin de ne toucher les crayons qu'avec des substances absolument inertes,

(1) ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, t. XVII, 1re partie, pp. 87-90.

et pour plus de précaution ils recoururent à l'analyse des résidus d'anhydride carbonique : on ne put rien y découvrir, sinon la présence d'une très faible quantité de fer, qui n'aurait pu qu'entraver l'action diamagnétique.

Cependant dans ces conditions tous les crayons se montrèrent constamment et très fortement diamagnétiques.

Une autre propriété physique augmente encore avec l'abaissement de température : c'est la *conductibilité électrique* des métaux *purs*. Tous les métaux semblent tendre vers la conductibilité parfaite à mesure que la température s'abaisse. A la température du froid absolu, un courant électrique lancé dans un circuit métallique n'éprouverait aucune résistance, et le passage de l'électricité d'un métal à un autre s'effectuerait sans émission ni absorption de chaleur.

Ce point est capital ; car il est à remarquer que les métaux *purs* seuls deviennent avec les grands froids meilleurs conducteurs de l'électricité. Les alliages suivent de tout autres lois, si bien qu'on a pu proposer récemment de baser sur cette différence un procédé de mesure de la pureté des métaux : procédé précieux, puisqu'il permettrait l'analyse des métaux rares sans rien en perdre, ou celle d'objets précieux quelconques sans les détériorer.

Il nous reste encore une dernière anomalie à inscrire dans la nomenclature des phénomènes physiques influencés par le froid. Nous voulons parler de la *cristallisation* du chloroforme, et des surprises qu'elle a réservées à l'expérimentateur, M. Pictet.

Les lecteurs de cette *Revue* ont déjà pu se rendre compte de l'étrangeté de ce phénomène dans le bulletin de physique paru en janvier 1895 (1). Nous n'avons plus à y revenir.

(1) REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, janvier 1895. R. P. Thirion, S. J., *Bulletin de physique*.

Après ce long exposé des propriétés physiques des corps aux basses températures, il nous semble que nous sommes bien en droit de répéter ce que nous disions en commençant cette étude :

Les effets des basses températures sur les phénomènes physiques sont complexes et variés, et leur complète explication est chose impossible encore à l'heure où nous sommes.

## III.

L'étude des phénomènes physiques aux basses températures nous a retenu trop longtemps déjà par suite de la complexité et de l'allure bizarre qu'offrent ces phénomènes ; nous pouvons être beaucoup plus bref en ce qui concerne l'influence des grands froids sur les actions chimiques, car ici la marche est toute simple et toute régulière.

Rassemblez les travaux de tous les savants qui se sont occupés de cette question, consultez les études plus récentes de M. Pictet, et vous pourrez tout résumer en un seul mot ; mot, il est vrai, qui en dit long et qui est gros de conséquences : *Au-dessous de — 130°, toute réaction chimique a cessé.*

Cette thèse, établie sur un nombre très considérable d'expériences par le physicien genevois et ses habiles collaborateurs, ne laisse plus de doute aujourd'hui.

Qu'il nous soit permis de rapporter ici quelques-unes de ces expériences vraiment surprenantes (1).

Dans les conditions ordinaires, lorsqu'on mélange une solution de potasse caustique à de l'acide sulfurique concentré, la réaction a lieu sur-le-champ, et il y a formation d'eau et de sulfate de potassium ; cette réaction est considérée à bon droit comme très énergique.

(1) COMPTES RENDUS, CXV, pp. 814 seqq. ; — REVUE DES QUEST. SCIENT., juillet 1893. R. P. De Greeff, S. J., *Bulletin de Chimie.*

Mais à — 125°, si l'on mélange, bien plus, si l'on comprime ensemble de la potasse caustique finement pulvérisée et de l'acide sulfurique, solide à cette température, aucune réaction n'apparaît.

Si, à cette température, ils ne peuvent d'eux-mêmes réagir l'un sur l'autre, peut-être qu'une énergie extérieure, celle d'un courant électrique, par exemple, pourra réveiller leur activité chimique. Essayons. Conduisons dans le puits frigorifique deux fils isolés entre lesquels nous ferons jaillir l'étincelle d'une bobine Ruhmkorff.

Après un quart d'heure d'opération, nous voyons que la réaction de l'acide sur la potasse s'est effectuée, il est vrai, *mais seulement sur les trajets des étincelles,* sans se communiquer aux parties avoisinantes. Le sulfate de potassium tatoue la surface du bâton d'acide sulfurique. La chaleur développée par le travail chimique a fait monter le thermomètre de — 125° à — 121°.

Retirons maintenant l'éprouvette du réfrigérant et laissons-la revenir à une température plus normale. Le courant électrique passe toujours : à — 120°, rien; à — 100°, rien encore ; à — 90°, subitement réaction en masse et brusque relèvement de température.

Une réaction brillante s'il en est et même dangereuse, c'est celle de l'acide sulfurique sur le potassium métallique. Le radical de l'acide sulfurique s'unit au métal pour former le sulfate de potassium, et l'hydrogène de l'acide est mis en liberté ; mais comme cette réaction développe une grande quantité de chaleur, l'hydrogène s'enflamme et donne lieu ainsi à une belle expérience. Semblable réaction, comme on le sait, s'effectue déjà entre le potassium et l'eau. Qu'en sera-t-il à — 125° ?

Le potassium et l'acide sulfurique restent parfaitement en paix l'un à côté de l'autre ; mais laissons se relever la température, et à — 68°, tout d'un coup le potassium enflammera spontanément l'hydrogène dégagé par l'acide sulfurique.

Chose frappante ! les actions chimiques qui se manifestent les premières ne sont pas les réactions énergiques, comme celles dont nous venons de parler ; ce sont plutôt les réactions de couleur, comme l'effet d'un acide sur la teinture de tournesol, d'une base sur la phénolphtaléine. En solution neutre ou acide, cette dernière substance est parfaitement incolore, mais si, par l'addition de quelques gouttes de potasse ou de soude caustique, on la rend basique, elle prend aussitôt une teinte rouge très vive et très belle, d'autant plus foncée que les deux solutions sont plus concentrées.

M. Pictet fait une solution de potasse caustique et de phénolphtaléine, toutes deux dans l'alcool. Il les refroidit séparément à — 135° jusqu'à l'état pâteux. Il mélange : aucune réaction. Mais à — 100° déjà la teinte rouge apparaît ; à — 80° la couleur est foncée.

De ces expériences, et d'une foule d'autres que nous ne pouvons rapporter, le savant professeur tire les conclusions suivantes (1) :

1° Aux très basses températures, au-dessous de — 130°, il n'y a plus de réaction chimique, quels que soient les corps mis en présence (2).

2° Toutes les réactions chimiques apparaissent spontanément à une certaine température et sous une certaine pression exercée sur les constituants : c'est la *température limite*.

3° Les mêmes réactions peuvent s'obtenir au-dessous de la température limite, si l'on fournit de l'énergie auxiliaire par l'emploi des courants ou décharges électriques.

4° Les réactions exothermiques, c'est-à-dire celles qui

(1) COMPTES RENDUS, CXVI, pp. 1057 seqq.

(2) Il faut remarquer toutefois que les actions dues au pouvoir actinique de la lumière ont encore lieu aux plus basses températures réalisées jusqu'ici. A — 200°, une plaque photographique est encore sensible à l'action de la lumière. — Cfr SMITHSONIAM ANNUAL REPORT, 1893. J. Dewar, *Magnetic Properties of Liquid Oxygen*, p. 187.

dégagent de la chaleur, présentent toujours deux phases : dans la première, on reste maître des températures, si l'on peut enlever aux corps qui se combinent autant de chaleur qu'il s'en produit par suite du travail chimique et de l'énergie étrangère ; dans la seconde, la température s'élève brusquement, lorsque la réaction a lieu au-dessus de la température limite. La première phase constitue la réaction limitée, la seconde phase la réaction en masse.

5° Les réactions endothermiques, celles qui absorbent de la chaleur, sont toujours des réactions limitées.

Mais la conclusion la plus importante que tire M. Pictet de ses recherches, c'est la possibilité démontrée, pense-t-il, de faire à l'aide des basses températures *la synthèse de tous les corps composés*.

En effet, toute réaction chimique commence d'abord par une période endothermique, dont on peut régler la durée par le seul jeu de la température. Il faut donc toujours dans une première phase fournir du travail extérieur aux composants pour permettre leur combinaison.

Déjà, dans plusieurs expériences, M. Pictet a montré où pouvait conduire l'emploi rationnel des basses températures (1). Il s'agit de la nitrification du toluène ($C_6H_5.CH_3$), de la naphtaline ($C_{10}H_8$) et du phénol ($C_6H_5.OH$).

Le toluol peut donner deux dérivés nitrés isomères : l'orthonitrotoluène $C_6H_4.CH_3.NO_{2(1,2)}$ et le paranitrotoluène $C_6H_4.CH_3.NO_{2(1,4)}$. Dans les conditions normales, on obtient environ 60 p. c. du dérivé ortho, et 40 p. c. du dérivé para. En abaissant la température, M. Pictet obtient 85 p. c. d'ortho et 15 p. c. de para.

Le groupe ortho correspond par conséquent au travail maximum de l'énergie de constitution ; il est le résultat du travail de la plus grande pente chimique.

Les résultats obtenus avec la naphtaline sont plus

(1) COMPTES RENDUS, CXVI, pp. 815 seqq.

intéressants encore. M. Pictet forme de cette manière la $\gamma$-dinitronaphtaline $C_{10}H_6.NO_2.NO_{2(2,4)}$, produit qu'on n'avait pu obtenir jusqu'ici que par voie tout à fait dérivée.

Enfin la nitrification du phénol semble, elle aussi, donner raison aux vues de l'illustre chimiste et physicien. Dans la réaction en masse, il obtient 2,5 p. c. de paranitrophénol $C_6H_4.OH.NO_{2(1,4)}$. En opérant au-dessous de la température limite, il obtient 15 p. c. du même produit.

Des faits que nous venons d'exposer, M. Pictet conclut à la possibilité d'une méthode générale de synthèse chimique.

Il faudrait, selon lui, construire tout d'abord la table expérimentale des températures auxquelles commencent les réactions entre corps simples, et au-dessous de cette température étudier l'effet des divers excitants, comme étincelle électrique, corps chauds, réactions auxiliaires, etc... On dresserait ensuite une table semblable pour les réactions entre les corps simples et les composés binaires, une table pour la réaction des composés binaires entre eux, et ainsi de suite.

« Ces tables une fois construites, dit M. Pictet (1), nous pouvons opérer comme suit. Nous voulons produire un corps ayant, par exemple, A atomes d'hydrogène, B d'oxygène, C d'azote, D de carbone, etc.

» Nous connaissons déjà par les tables le noyau le plus ancien, c'est-à-dire celui qui se forme à la température la plus basse, se rapprochant du corps demandé.

» Pour ajouter à ce noyau de l'oxygène, du carbone ou de l'azote, nous connaissons la réaction caractéristique provoquant ces réactions et les températures minima nécessaires pour ne permettre que celles-là.

» Nous utiliserons successivement toutes les tables et

(1) ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES DE GENÈVE, 1893, et REVUE SCIENTIFIQUE, 31 août 1895. R. Pictet, *Essai d'une méthode générale de synthèse chimique.*

les lois qui les accompagnent pour grossir la molécule primitive de tous les affluents que nous voulons lui faire recevoir. »

Il dit ailleurs (1) :

« Les réactions seront définies d'une façon aussi précise et sûre que la chute d'un corps sur un plan incliné, par un seul chemin, sans ambiguïté. On saura d'avance, pour toute réaction que l'on désire provoquer, toutes les conditions à remplir pour n'obtenir qu'un seul effet : la fixation d'un élément nouveau sur un noyau donné primitif.

» La route sera connue, le résultat certain. C'est sous cette forme que nous entrevoyons la possibilité de constituer rationnellement par synthèse directe tous les corps de la nature. »

Nous ne chercherons pas à discuter si M. Pictet ne généralise pas trop ses conclusions. C'est à l'expérience seule qu'il appartient de le montrer. Les résultats obtenus jusqu'aujourd'hui ne peuvent suffire pour étayer à eux seuls l'édifice nouveau que le physicien genevois veut élever à la science ; mais peut-être l'avenir viendra-t-il confirmer par des faits plus nombreux et plus probants la thèse avancée par l'éminent professeur.

L'*analyse chimique*, aussi bien que la synthèse, profite des progrès faits dans la science du froid. Qu'on se rappelle ce que nous disions plus haut à propos de l'analyse des métaux.

En outre, la recherche de la pureté des liquides volatils et des gaz est facilitée par l'observation de leur *point critique*, observation qui pour les gaz exige parfois l'emploi des basses températures (2).

(1) COMPTES RENDUS, CXVI, pp. 815 seqq.

(2) BERICHTEN DER PHARMACEUTISCHEN GESELLSCHAFT, 1894, Heft 10 und 11. Dr. M. Altschul. *Ueber einige neue Versuches aus dem Institute Raoul Pictet.*

Donnons un exemple. Les températures critiques du chloroforme ($CHCl_3$), du chlorure d'éthyle ($C_2H_5Cl$) et de l'aldéhyde valérique ($C_4H_9.CHO$) sont respectivement 258°,8, 181° et 201°, lorsque ces corps se trouvent à l'état de pureté parfaite.

La plus petite quantité d'éther ou d'alcool influe sensiblement sur leur température critique. Ainsi la température critique du chloroforme auquel on a ajouté quelques gouttes d'alcool descend à 255°, soit 3°,8 de différence. Le point d'ébullition ne donnerait dans les mêmes conditions que 0°,1 à 0°,2 de différence.

L'influence de l'alcool se manifeste mieux encore sur le chlorure d'éthyle. La température critique baisse de 181° à 175°; tandis que les points d'ébullition n'eussent différé que de 1°,6. Enfin l'aldéhyde valérique légèrement alcoolisé donne une différence de 1°,5 dans la température critique avec l'aldéhyde valérique absolument pur ; tandis qu'aucune différence ne peut être relevée entre leurs deux points d'ébullition respectifs.

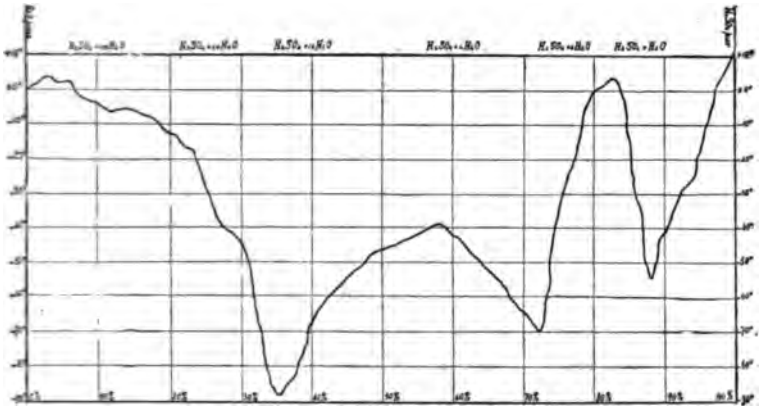
Nous pourrions parler encore des recherches de M. Raoult sur la *cryoscopie* comme moyen de déterminer les poids moléculaires des corps composés, et d'étudier de plus près les phénomènes complexes qui se passent dans les solutions salines (1). Mais pareille étude nous mènerait trop loin.

Il nous semble utile toutefois de rapporter ici les recherches de M. Pictet sur le *point de congélation* de l'*acide sulfurique* et de l'*alcool éthylique* à différents degrés de concentration.

(1) REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES, 15 juin 1894. P. Freundler, *Les Expériences de M. Raoult sur la tonométrie et la cryoscopie.*

Rien de plus étrange que l'allure de la courbe représentant les points de congélation de l'acide sulfurique (1).

COURBE DES POINTS DE CONGÉLATION DE L'ACIDE SULFURIQUE A DIFFÉRENTS DEGRÉS P. C. DE CONCENTRATION.



La courbe a eu sa vérification chimique : on a remarqué que quand on analysait la partie congelée en la comparant à la partie liquide, le liquide contenait plus d'acide que le cristal dans les portions descendantes de la courbe ; le contraire avait lieu dans les parties ascendantes. Aux sommets (maxima et minima), il y avait égalité parfaite.

Peut-être en faut-il conclure que ces sommets marquent les hydrates bien définis. En effet, le minimum absolu — 88° correspond à la formule $H_2SO_4 + 10\,H_2O$. De même, $H_2SO_4 + 4\,H_2O$ et $H_2SO_4 + 2H_2O$ sont sur des sommets de la courbe. D'autre part, expliquer le minimum de l'acide à 88,88 p. c. n'est pas chose facile. Cet acide ne correspond en effet à aucune formule déterminée.

(1) COMPTES RENDUS, CXIX, pp. 642 seqq.

POINTS DE CONGÉLATION DE L'ACIDE SULFURIQUE DILUÉ DE DIVERSES FORMULES.

| FORMULE | P. C. D'ACIDE | DENSITÉ | POINT DE CONGÉLATION | |
|---|---|---|---|---|
| $H_2SO_4$ pur | 100 | 1,842 | + 10,5 | Entre les deux, une chute de tempér. à — 55° pour l'acide à 88,88 p. c. |
| » + $H_2O$ | 84,48 | 1,777 | + 3,5 | |
| » + 2 $H_2O$ | 73,08 | 1,650 | — 70 | |
| » + 4 $H_2O$ | 57,65 | 1,476 | — 40 | |
| » + 6 $H_2O$ | 47,57 | 1,376 | — 50 | |
| » + 8 $H_2O$ | 40,50 | 1,311 | — 65 | Cette partie de la courbe a été étudiée de dixième en dixième de molécule d'eau. |
| » + 10 $H_2O$ | 35,25 | 1,268 | — 88 | |
| » + 11 $H_2O$ | 33,11 | 1,249 | — 75 | |
| » + 12 $H_2O$ | 31,21 | 1,233 | — 55 | |
| » + 13 $H_2O$ | 29,52 | 1,219 | — 45 | |
| » + 14 $H_2O$ | 28,00 | 1,207 | — 40 | |
| » + 15 $H_2O$ | 26,63 | 1,196 | — 34 | |
| » + 20 $H_2O$ | 21,40 | 1,157 | — 17 | |
| » + 50 $H_2O$ | 9,82 | 1,067 | — 3,5 | |
| » + 100 $H_2O$ | 5,16 | 1,032 | + 2,5 | |
| » + 1000 $H_2O$ | 0,54 | 1,001 | + 0,5 | |

Bien plus régulière est la courbe des points de congélation de l'alcool éthylique (1). Cependant ici encore on peut distinguer dans la courbe plus d'une partie.

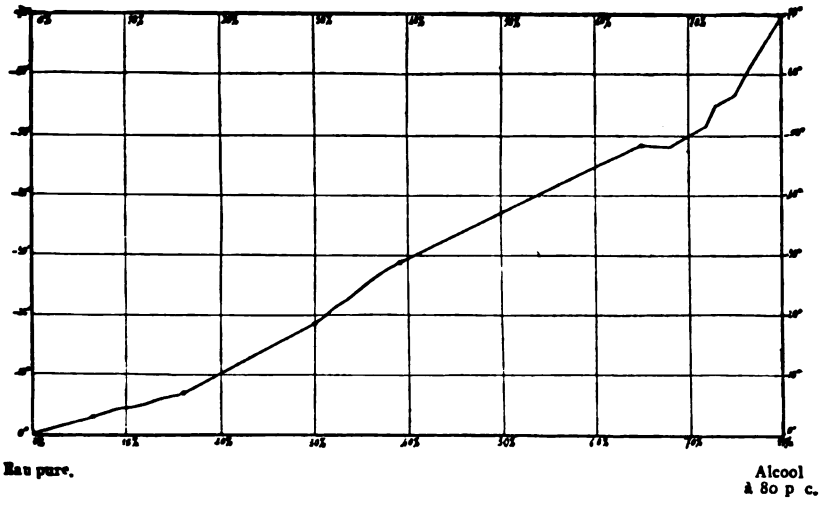
Depuis l'origine (eau pure) jusqu'à 6,8 p. c. d'alcool, la courbe est sensiblement une droite. En comparant ces mélanges aux solutions salines, on peut en conclure que, dans ces proportions, il n'y a pas d'hydrate défini, mais seulement une solution aqueuse.

De 6,8 p.c. à 14,4 p. c., l'abaissement du point de congélation n'est plus proportionnel au degré de concentration ; il y aurait ici formation d'un premier hydrate d'alcool. De 16,4 p. c. à 30 p. c., la courbe reprend à peu de chose près la forme d'une droite *ne passant plus par l'origine*. Peut-être

(1) COMPTES RENDUS, CXVI, pp. 678 seqq.

le liquide à ce point de concentration serait-il la dissolution du premier hydrate d'alcool dans l'eau. La courbe continue en passant successivement par des régularités et des irrégularités.

COURBE DES POINTS DE CONGÉLATION DE L'ALCOOL ÉTHYLIQUE A DIFFÉRENTS DEGRÉS P. C. DE CONCENTRATION.




POINTS DE CONGÉLATION DE L'ALCOOL ÉTHYLIQUE DILUÉ DE DIVERSES FORMULES.

| FORMULE | | | P. C. DE $C_2H_5.OH$ | DENSITÉ | POINT DE CRISTALLISATION |
|---|---|---|---|---|---|
| $C_2H_5.OH$ | + | $H_2O$ | 71,9 | 0,8671 | — 51°,3 |
| » | + | $2\,H_2O$ | 56,1 | 0,9047 | — 41°,0 |
| » | + | $3\,H_2O$ | 46,3 | 0,9270 | — 33°,9 |
| » | + | $4\,H_2O$ | 39,0 | 0,9417 | — 28°,7 |
| » | + | $5\,H_2O$ | 33,8 | 0,9512 | — 23°,6 |
| » | + | $10\,H_2O$ | 20,3 | 0,9712 | — 10°,6 |
| » | + | $20\,H_2O$ | 11,3 | 0,9824 | — 5°,0 |
| » | + | $50\,H_2O$ | 4,8 | 0,9916 | — 2°,0 |
| » | + | $100\,H_2O$ | 2,5 | 0,9962 | — 1°,0 |

Ces deux exemples suffisent pour nous montrer combien pourra rendre de services dans l'étude des solutions l'emploi rationnel des basses températures.

L'examen de l'action du froid sur les *substances organiques* peut aussi être d'un grand secours dans les recherches qu'elles exigent. En effet, parmi ces substances, celles qui ne se solidifient qu'à une très basse température peuvent se répartir en deux classes : celles qui cristallisent et celles qui donnent des verres. Ainsi le sulfure de carbone $CS_2$, le tétrachlorure de carbone $CCl_4$, l'alcool méthylique $CH_3.OH$, le pentane $C_5H_{12}$, forment tous des cristaux ; tandis que l'alcool éthylique $C_2H_5.OH$, l'alcool amylique $C_5H_{11}.OH$, la térébenthine $C_{10}H_{16}$, le nitrate d'éthyle $C_2H_5.NO_3$, la picoline $C_6H_4.CH_3.N_{(1,2)}$ donnent des verres.

Si l'on ajoute quelques gouttes de sulfure de carbone à de l'alcool éthylique et que l'on refroidisse à — 180°, il se produit une émulsion blanche ; rien de semblable ne se forme si l'on emploie le tétrachlorure de carbone au lieu du sulfure. De même l'alcool méthylique pur cristallise sans difficulté ; mêlé à quelques gouttes d'alcool éthylique, il se prend en une masse amorphe (1).

L'utilité qu'on peut retirer de l'usage des grands froids en chimie paraîtra mieux encore si nous rappelons les brillants résultats obtenus par M. Pictet dans la *purification du chloroforme*. Il va sans dire que la méthode employée pour la purification du chloroforme peut aussi s'appliquer à d'autres substances qui, comme lui, cristallisent à basse température.

On connaît les funestes effets auxquels a souvent donné lieu l'emploi du chloroforme pur du commerce. Les physiologistes se sont demandé depuis longtemps si ces effets n'étaient points dus à des impuretés contenues dans ce produit.

(1) REVUE SCIENTIFIQUE, 1er juin 1895. J. Dewar, *loc. cit.*

Sur l'instigation de M. le professeur O. Liebreich, M. Pictet se décida à pousser ses recherches dans cette voie, et entreprit de faire cristalliser le chloroforme du commerce. Mais il remarqua bientôt que la cristallisation ne suffisait pas pour purifier le produit, et ce n'est qu'après de longs tâtonnements qu'il parvint à livrer à la médecine le « chloroforme Pictet », aujourd'hui connu dans toutes les pharmacies.

Des recherches qu'ils ont faites à Londres en mars 1892, MM. H. Helbing et F.W. Passmore tirent les conclusions suivantes :

« 1. Le chloroforme purifié par le procédé Raoul Pictet est une préparation excessivement pure ; il offre une grande homogénéité. Le poids spécifique en est de 1,5002 à 15° ; son point d'ébullition est à 61°,1 ; ses résidus ne sont pas appréciables.

» 2. La présence d'une petite quantité d'alcool éthylique dans le chloroforme fait baisser un peu son point d'ébullition ; un mélange contenant 1 p. c. d'alcool commence à distiller un degré plus bas que le chloroforme pur.

» 3. Un nombre limité d'expériences a démontré que la présence d'une faible quantité d'alcool éthylique dans le chloroforme n'en retarde pas la décomposition, quand il est mélangé avec l'acide sulfurique concentré et exposé au soleil, mais qu'il retarde la mise en liberté du chlore (1). »

M. Ch. Cloez, docteur ès sciences, répétiteur à l'école polytechnique, arrive aux mêmes résultats (mai 1893) :

« Le chloroforme Pictet « Ohne Alkohol » est un corps presque chimiquement pur (cinq pour mille d'un corps analogue à l'alcool) ; le chloroforme se décompose rapidement sous l'action des rayons solaires. Il ne s'altère pas à la lumière diffuse (2). »

(1) *Recherches de H. Helbing et F. W. Passmore sur le chloroforme médicinal Pictet.* Paris, Institut Raoul Pictet, 1892.

(2) *Recherches sur le chloroforme médical de M. Pictet,* par M. Ch. Cloez. Paris, Institut Raoul Pictet, 1893.

Quant aux propriétés médicales de ce produit, voici le jugement qu'en porte M. le Dr R. du Bois-Reymond, premier assistant de M. le professeur Pictet.

« L'étude critique de l'ensemble de notre travail et de nos recherches nous amène à déduire avec certitude et comme une conséquence importante que les impuretés contenues dans tous les chloroformes usuels ont une influence néfaste sur les narcoses, modifiant d'une façon fâcheuse la respiration et la circulation sanguine, accident que l'on diminue par l'emploi du chloroforme médical Pictet (1). »

Par la purification du chloroforme, M. Pictet a donc rendu un grand service, non seulement à la science, mais encore à l'humanité. Toutefois, il faut le reconnaître, l'emploi du chloroforme même pur n'est pas sans grave danger ; ce danger est seulement atténué par la purification du produit ordinaire, et c'est là déjà un grand et précieux résultat obtenu.

C'est encore et toujours au laboratoire de M. Pictet que nous allons chercher de nouveaux détails. M. Pictet a étudié les points de congélation de quelques substances organiques et il en a tiré des conclusions assez générales qui ne sont pas dépourvues d'intérêt (2).

POINTS DE CONGÉLATION DE QUELQUES SUBSTANCES ORGANIQUES :

| | |
|---|---|
| $C_6H_5 . CH_3$, toluène | en dessous de — 100° |
| $C_6H_4 . (CH_3)_{2(1,3)}$, métaxylène | » » |
| $C_6H_4 . (CH_3)_{2(1,2)}$, orthoxylène | — 45°,0 |

(1) *Étude physiologique sur le chloroforme médicinal Pictet et sur l'action nuisible des impuretés contenues dans le chloroforme usuel*, par le Dr R. du Bois-Reymond. Bruxelles, Ad. Mertens, 1892.

(2) COMPTES RENDUS, CXIX, pp. 955 seqq.

| | | |
|---|---|---|
| $C_6H_3 . (CH_3)_3$, mésitylène | en dessous de | — 100° |
| $C_6H_5 . CH_2Cl$, chlorure de benzyle | — | 47°,9 |
| $C_6H_5 . CHCl_2$, chlorure de benzylène | — | 17°,0 |
| $C_6H_5 . CCl_3$, chlorure de benzényle | — | 17°,0 |
| $C_5H_5 . N$, pyridine | — | 100°,0 |
| $C_5H_{11} . N$, pipéridine | — | 17°,0 |
| $C_9H_7 . N$, chinoline | — | 19°,0 |
| $C_6H_5 . CH : CH . CHO$, aldéhyde cinnamique | — | 7°,5 |
| $CH_3 . CH_2 . COOH$, acide propionique | — | 24°,5 |
| $(CH_3)_2 . CH . COOH$, ac. isobutyrique, | en dessous de | — 100° |
| $CH_3 . CH(OH) . COOH$, acide lactique | » | » |
| $C_6H_5 . NH CH_3$, méthylaniline | » | » |

*Conclusions :* 1° Dans un groupe quelconque de la série aromatique, une molécule $CH_3$ abaisse le point de congélation. Exemple : le benzène $C_6H_6$ (+ 4°) comparé au toluène $C_6H_5.CH_3$ (au-dessous de — 100°).

2° Si dans le groupement $CH_3$ on substitue un atome de chlore à un atome d'hydrogène, la température de cristallisation s'élève ; si l'on substitue trois atomes de chlore, elle reste stationnaire. Ex. : Chlorures de benzyle, de benzylène et de benzényle, comparés au toluène.

3° Loi de Bäyer : Dans les corps homologues ayant une structure comparable au point de vue de la place qu'occupe le carbone C, les points de congélation sont plus bas pour un nombre impair d'atomes de C, plus élevés pour un nombre pair. Ex. : l'acide propionique $C_2H_5.COOH$ cristallise à — 24°,5, l'acide butyrique normal $C_3H_7.COOH$ à — 19°.

4° Plus la molécule d'un corps, comparée à celle d'un corps voisin dans la série, présente de symétrie dans les atomes constituants, plus elle est compacte, homogène avec un groupement symétrique des radicaux élémentaires, plus aussi la congélation s'effectue facilement et à température élevée. Ex. : l'acide butyrique $CH_3.CH_2.CH_2.COOH$

(— 19°) et l'acide isobutyrique $(CH_3)_2.CH.COOH$ (en dessous de — 100°).

Le dernier effet chimique du froid que nous ayons à signaler est peut-être plus singulier que les autres.

Il serait difficile même au chimiste le plus expérimenté de dire les réactions qui s'accomplissent durant les vingt ou trente années que passe le vin dans sa bouteille ; quel changement chimique a subi cette liqueur quand elle a vieilli quelques années au fond d'une bonne cave.

Eh bien ! — qui s'y serait attendu ? — M. Pictet soumet à un froid de — 200° du cognac et d'autres liqueurs alcooliques ; et, chose singulière, il trouve que la liqueur a la même saveur, le même bouquet que si elle avait vieilli de longues années dans des grottes.

Vous voyez que le froid nous réserve à chaque instant des surprises nouvelles. L'étude des phénomènes physiologiques à basse température nous en réserve encore plus d'une.

## IV.

Après avoir examiné dans son ensemble le rôle des basses températures en physique et en chimie, il nous faut dire leur influence sur les phénomènes physiologiques, que présentent les êtres vivants.

Ici, comme en chimie, M. Pictet sera pour ainsi dire notre seul guide. Il n'y a pas d'autre savant, à notre connaissance, qui ait étudié l'influence des grands froids sur les phénomènes physiologiques avec autant de suite et de méthode (1).

(1) Pour cette partie de notre travail, nous avons consulté : ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES DE GENÈVE, octobre 1893. R. Pictet, *De l'emploi méthodique des basses températures en biologie* ; et septembre, novembre et décembre, *Étude sur le rayonnement aux basses tempé-*

Voici les règles que s'est prescrites M. Pictet dans cette étude.

Pour analyser le rôle du froid sur les phénomènes physiologiques (ce sont à peu de chose près ses propres paroles), il est de toute nécessité de s'adresser à des individus bien normaux dans leurs espèces. On les soumet subitement à une température variant à volonté entre + 10° et — 200°. Sous l'influence de cet agent perturbateur, on note, s'il s'agit d'un animal, la fréquence de la respiration, du pouls ; la température à différentes parties du corps ; les sécrétions diverses ; les variations apparentes dans la sensibilité et la mobilité des membres. S'il s'agit d'une plante, on suit une marche analogue. En un mot, on prend un schema complet de tout l'ensemble des phénomènes vitaux, qui sont la résultante de l'état normal modifié par un facteur puissant agissant subitement sur cet organisme.

En suivant cette marche, M. Pictet aboutit aux deux conclusions générales que voici :

Les animaux sont presque tous fortement influencés par les grands froids, et ce d'autant plus qu'ils sont plus élevés dans l'échelle des espèces.

Les plantes munies de leurs feuilles et en pleine floraison sont au moins aussi frileuses que les mammifères les plus délicats. Si on les plonge même peu de temps dans l'atmosphère glacée, elles périssent avec une rapidité effrayante.

Avant de parcourir les diverses expériences réalisées par le physicien genevois, une question se pose. Dans quelles conditions doit-on placer l'animal pour lui faire subir ces basses températures ? On peut, en effet, le plonger directement dans un bain d'éthylène liquide, par exemple,

*ratures. Application à la thérapeutique.* — On lira aussi avec intérêt l'ouvrage du Dr Alfr. Welter : *Die tiefen Temperaturen, ihre künstliche Erzeugung, ihre Einwirkung auf Tiere*, etc.

à — 140°, ou bien l'exposer au rayonnement dans l'air sec refroidi lui-même à cette température. Le premier mode n'est pas praticable ; c'est là, en effet, un moyen si brutal qu'il paralyserait complètement les effets spécifiques que l'on veut étudier.

« Comme je faisais un jour, dit M. Pictet, des essais avec un bain concentré de chlorure de calcium à — 30° ou — 35°, un chat de taille moyenne tomba accidentellement du toit ouvert dans ce bain ; il s'y congela tellement vite les pattes que toutes les griffes sortaient raides au dehors ; l'animal est mort presque subitement. »

C'est ici le lieu de parler des *brûlures* occasionnées par le contact de corps fortement refroidis. Lorsque semblable contact vient à s'établir, fût-il de courte durée, il occasionne toujours une douleur vive comparable à la piqûre d'une guêpe. La brûlure occupe le plus souvent au minimum un centimètre carré de surface.

L'allure que présentent dans leur guérison ces brûlures par le froid est complètement différente de celle que présentent les brûlures par le chaud.

On peut distinguer deux degrés dans ces sortes d'accidents :

Si la brûlure est peu grave, la peau rougit fortement et se violace le lendemain ; on ressent une démangeaison pénible sur cette partie de la peau et sur les tissus environnants. Il faut cinq à six semaines avant que la tache disparaisse.

Si la brûlure est rendue plus grave par un contact plus prolongé ou plus parfait, la peau se détache, et l'élimination des parties gangrenées provoque une suppuration longue et opiniâtre. Ces plaies sont toujours de forme maligne et se cicatrisent difficilement.

Un jour, M. Pictet avait laissé tomber par mégarde une goutte d'air liquide sur sa main ; à quelque temps de là, il s'écorchait assez sérieusement la même main. Au

bout de dix à douze jours, l'écorchure était guérie ; mais l'ulcère causé par le froid suppurait encore après six mois.

Une expérience, qui semble de prime abord en contradiction avec les faits que nous venons de signaler, a été réalisée à Gand par Melsens, il y a plusieurs années déjà.

Plongez dans l'anhydride carbonique solide une liqueur fortement alcoolisée, du cognac à 50 p. c., par exemple, et solidifiez-la. A la condition de vous servir d'une cuiller en bois, vous pourrez sans aucun danger placer le cognac congelé sur la langue. Vous éprouverez à peu de chose près la même sensation que si vous preniez une glace de pâtisserie. Et cependant cette liqueur congelée est à une température tellement basse qu'on pourrait la servir sur des plats de mercure solide. Un objet métallique à pareille température occasionnerait de douloureuses brûlures si on l'avait tenu quelque temps en mains.

L'explication la plus plausible de ce fait semble être l'évaporation rapide de l'alcool produite par la chaleur des tissus organiques. Grâce à cette évaporation, il se forme entre la langue et la liqueur congelée un matelas de vapeur d'alcool qui empêche le contact direct du morceau glacé avec la langue.

Nous admettrions moins volontiers l'explication de ce phénomène par l'anesthésie locale produite à la suite de ce grand froid. Resterait, en effet, à donner la raison pour laquelle la liqueur congelée ne laisse après elle aucune trace d'action destructive sur les tissus (1).

D'ailleurs, pourquoi un morceau de fer refroidi à la même température ne produirait-il pas lui aussi le même effet ?

Mais si le contact immédiat d'un organe quelconque avec une masse très froide donne lieu à de si cruels effets,

(1) DE NATUUR (Utrecht), 15 oct. 1894. Dr L. Bleekrode, *De onderzoekingen verricht met vloeibare zuurstof en vloeibare lucht.*

en est-il encore de même lorsque l'organe est soumis au froid par rayonnement dans l'air sec à basse température ?

On sait que tenir dans un bain d'eau chauffée à 100° serait chose impossible ; mais être soumis dans l'air libre à la même température est encore supportable.

Le même phénomène se passe dans l'endurance du froid. Les expériences de M. Pictet sont là pour le prouver. On avait déjà d'ailleurs plus d'un exemple des grands froids que peut supporter l'homme. Au fort Rae (62° 5' lat. N.) le froid atteint — 67°, à Irkoutsk, la ville la plus froide du monde, — 45°, à Werchojansk — 55° et parfois — 76°, comme nous l'avons dit déjà.

Payer, qui conduisait en 1874 l'expédition autrichienne au pôle nord, décrit d'une façon humoristique les impressions qu'on éprouve par ces grands froids.

Impossible de fumer, selon lui, car même entre les lèvres la pipe se couvre bientôt d'une couche de glace. Tout objet métallique occasionne au simple contact de douloureuses brûlures.

La sécheresse de l'air provoque une transpiration abondante et incommode. Et cependant, pour étancher la soif qui vous dévore, impossible de se servir de cette neige par trop refroidie ; il vaudrait tout autant se mettre dans la bouche du plomb fondu.

Les hommes de l'expédition s'avançaient enveloppés d'épais nuages, provoqués par l'active transpiration qui s'échappait à travers les fourrures, et se congelait en petits cristaux qui retombaient avec bruit sur le sol. Mais la barbe ne se couvrait pas de givre, car les vapeurs de la respiration retombaient immédiatement en neige.

Détails d'un autre genre : le son se fait entendre à des distances extraordinaires ; la viande se laisse fendre comme du bois, et le mercure peut fournir des balles pour les fusils.

Enfin, affirme-t-il, le froid intense paralyse les facultés intellectuelles, le mouvement, la parole ; l'odorat et le

goût s'affaiblissent sensiblement ; les muscles sont tellement engourdis que les paupières se ferment involontairement ; la plante des pieds elle-même devient insensible (1).

D'où vient la différence que nous notions tantôt ? Pourquoi peut-on endurer un froid intense par rayonnement, alors qu'on ne pourrait affronter le même froid par contact ? C'est que l'air et en général les gaz conduisent mal la chaleur. Quand donc un membre vient en contact avec un gaz fortement refroidi, il ne perd que peu à peu son calorique en le cédant au gaz. La nature a le temps de réagir contre le froid ; aussi aucun effet pernicieux ne se fait sentir, sinon à la longue.

Au contraire, si ce membre vient en contact avec un corps solide, un morceau de fer, de cuivre, etc., comme les solides sont pour la plupart très bons conducteurs, ce corps enlève immédiatement au membre atteint une grande quantité de chaleur et tend à amener à sa propre température la partie de l'organe avec laquelle il est en contact. La nature ne trouve pas le temps de réparer ses pertes. De là les funestes effets que nous avons rapportés.

Dans les expériences biologiques à basses températures, ce sera donc au *refroidissement par rayonnement* qu'il faudra s'arrêter.

L'homme, nous venons de le voir, peut supporter par rayonnement des températures assez basses. Mais si l'organisme humain résiste dans ces conditions à un froid intense, il est à supposer que les autres animaux y résisteront aussi.

Cela étant posé, rappelons brièvement les principales expériences de M. Pictet. Les *protozoaires*, les *microbes*, les *diatomées*, les *graines*, etc., ont tous fort bien résisté au froid. Graines, diatomées, germes, spores, bacilles, microcoques, après avoir été soumis à une température de — 200°, se sont développés comme ils le font normale-

(1) De Natuur, 15 oct. 1894. Dr L. Bleekrode, *loc. cit.*

ment. Les cils vibratiles du palais des grenouilles soumis aux mêmes expériences ont cessé de vibrer à — 90°. Revenus à la température normale, ils ont recommencé à exécuter leurs mouvements pendulaires.

Les *vaccins* seuls et les produits de cultures microbiennes appelés *ptomaïnes* semblent beaucoup souffrir des grands froids. Les vaccins sont stérilisés. L'influence des basses températures trace ainsi une ligne de démarcation intéressante entre les microbes et les vaccins.

M. M'Kendrick, lui aussi, a recherché l'effet que produirait un froid de — 182° sur les microorganismes du sang, du lait, et d'autres liquides organiques en putréfaction. Après les avoir soumis pendant une heure à pareil régime, il entretint quelques jours les tubes à la température du sang, et, lorsqu'il les ouvrit, il reconnut que la putréfaction avait continué malgré tout.

Les rotifères et toute la série ordinaire des *infusoires* qui se développent dans l'eau stagnante ont été gelés dans l'eau où ils pullulaient; soumis pendant 24 heures à un froid de — 90°, une grande partie des habitants sont morts. A — 60° ils ont tous survécu. A — 150° il ne restait plus que des cadavres.

Ces expériences prouvent une fois de plus combien est fausse l'opinion de ceux qui voient dans la congélation de l'eau un sûr moyen de la débarrasser des êtres organisés qu'elles recèle et qui la rendent parfois si pernicieuse. Ni les infusoires, ni les microbes, ni les bacilles ne sont influencés, en aucune façon, par un froid de —10° à —20°.

Les recherches de M. Pictet sur les *œufs de ver à soie* ont été très nombreuses, grâce à une installation industrielle organisée par lui en Italie pour la conservation de ces œufs. Si les germes n'ont encore eu aucun commencement de développement, ils ne sont pas très sensibles au froid; ils peuvent supporter une température de — 40°, non seulement sans en souffrir, mais encore ils sont immunisés par là contre l'action perni-

cieuse des parasites de toute espèce qui empêche la croissance régulière des jeunes larves. Soumis aux conditions de température normale pour leur éclosion, dès que le printemps a garni les mûriers de leurs feuilles, ces œufs ne présentent presque jamais les maladies si fréquentes dans les œufs de ver à soie qui n'ont pas subi le même traitement.

Vu les avantages bien positifs de ce procédé, le refroidissement artificiel des œufs de ver à soie est entré dans la grande industrie séricicole.

Les *œufs de grenouille,* refroidis lentement à — 60°, peuvent revivre et donner éclosion aux têtards. Si la chute de température est un peu brusque, ils meurent tous.

Les *œufs de fourmi* pris dans la saison chaude sont beaucoup plus sensibles. Entre 0° et — 5° aucun ne résiste. Les œufs plus avancés sont même tués par une température de + 5° maintenue durant quelques heures.

Les *œufs d'oiseau,* on le sait depuis longtemps, sont eux aussi très peu endurants du froid. Harvey, le savant qui eut la gloire de découvrir la circulation du sang, avait déjà remarqué, il y deux siècles, que si l'on ouvre des œufs de poule deux ou trois jours après l'incubation, le cœur cesse de battre par suite du refroidissement subit; mais si l'on verse sur l'embryon quelques gouttes d'eau tiède, les battements reprennent aussitôt.

M. Pictet, à son tour, a remarqué que les œufs d'oiseau, refroidis au-dessous de — 2° à — 3°, meurent sans exceptions et ne peuvent plus être couvés. Soumis à une température de — 1°, ils survivent.

Les poissons rouges, les tanches, et en général les *poissons* qui vivent dans des étangs d'eau douce peuvent être gelés puis dégelés sans mourir. Pour cela, il faut d'abord les laisser vingt-quatre heures environ dans une eau à 0°; on les congèle alors lentement dans une atmosphère de — 8° à — 15°. Dans ces conditions, ils ne forment plus qu'un bloc avec la glace. Qu'on casse le bloc et qu'on

mette à nu un de ces poissons, on pourra le briser en petits morceaux, tout comme on brise un fragment de glace. Et cependant, en laissant fondre la glace tout doucement (1), les autres poissons qui ont été congelés, eux aussi, se remettent à nager sans donner aucun signe de malaise. Au-dessous de — 20°, l'expérience ne réussit plus avec les tanches et les poissons rouges.

Nous arrivons maintenant à une classe d'expériences plus importante et qui nous touche de plus près : les expériences qui concernent les *mammifères vivants*.

Un chien de taille moyenne à poils ras fut placé par M. Pictet dans un puits refroidi à — 92°. On avait eu soin de garnir le fond de l'appareil frigorifique avec de la toile, de façon que l'animal ne pût toucher directement les parois métalliques du frigorifère.

Un thermomètre avait été fixé dans l'aine du chien et avec toutes les précautions possibles pour assurer un parfait contact et protéger le réservoir du thermomètre contre le rayonnement. Les lectures pouvaient se faire à 35 centimètres environ au-dessus du chien.

Laissons ici la parole à l'habile expérimentateur (2).

« La température du chien étant normale, et l'animal ayant mangé deux heures avant le début de l'expérience, on introduit le chien dans le puits refroidi à — 92°.

» Dès la première minute, on observe une augmentation progressive de la rapidité de la respiration et de la fréquence du pouls. Ces accélérations vont en s'accusant pendant douze à treize minutes.

» A mon étonnement, je constate d'abord au thermomètre une augmentation de température d'environ un

(1) Si la gelée fait périr un grand nombre de plantes et d'animaux, cela tient sans doute dans beaucoup de cas aux lésions mécaniques causées par les aiguilles de glace qui se forment dans les tissus. De là vient aussi le danger d'un réchauffement trop brusque.

(2) ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES DE GENÈVE, oct. 1893, *loc. cit.*

demi-degré. L'animal donne des signes d'agitation. Après 25 minutes, la température est lentement revenue à son point de départ.

» Le chien mange *avec avidité* du pain qu'il refusait péremptoirement avant le début de l'expérience.

» La respiration est toujours très active, fréquente et profonde.

» Après 40 minutes, les extrémités des pattes sont très froides, mais la température s'est maintenue à peu près constante, oscillant, avec deux à trois dixièmes de degré près, autour de + 37°.

» Après une heure dix minutes, le chien ne marque plus d'agitation sensible, mais respire plus fort et tend à faire quelques mouvements avec les pattes maintenues par les cordes, efforts suivis de calmes complets, sauf la respiration.

» La circulation est un peu plus rapide que précédemment ; on sent les pulsations du cœur bien nettes à l'artère carotide. Les extrémités se refroidissent encore plus.

» Pendant la demi-heure suivante, la bête a mangé environ 100 grammes de pain, et les conditions générales indiquées plus haut ont peu varié. La température s'est abaissée d'un demi-degré au plus.

» Tout à coup, en quelques instants, la respiration se ralentit, le pouls devient fuyant et la température s'abaisse avec rapidité. Vers 22° on retire du puits l'animal sans connaissance, et tous les soins pour le rappeler à la vie sont inutiles. »

La même expérience, répétée sur d'autres animaux, chiens et cochons d'Inde, a donné les mêmes résultats.

Par suite du pouvoir régulateur de la température interne que possèdent les mammifères vivants (1), il se produit donc en face de cet agent perturbateur, le froid,

(1) On sait que les animaux à sang chaud jouissent de la propriété singulière de maintenir constante leur température interne, quelles que soient les variations du milieu extérieur.

une réaction formidable. L'individu, menacé de perdre sa chaleur par rayonnement, réagit. Par une absorption anormale d'oxygène, par la vigueur des fonctions digestives, l'animal tend à une surproduction de chaleur et d'énergie.

Mais si la déperdition de chaleur continue, si elle devient de plus en plus considérable, pour conserver la température des parties essentielles l'individu inconscient sacrifie ses membres périphériques. La circulation s'arrête aux extrémités ; elles meurent.

Quand l'abaissement de la température a atteint 8° à 10° au-dessous de la température normale, subitement la circulation centrale s'arrête elle-même et l'animal est vaincu.

De toutes les expériences que nous avons rapportées jusqu'ici, M. Pictet tire les *conclusions* suivantes. Plus on prend les phénomènes vitaux à leur origine, dans les organismes les plus simples, plus le refroidissement peut être poussé loin, sans risque d'empêcher le développement ultérieur des animaux refroidis. L'échelle des animaux, depuis les plus inférieurs jusqu'aux mammifères, est à peu de chose près identique à l'échelle des températures minima qui peuvent être supportées par les animaux des différentes espèces. Plus l'être est simple dans son organisation, mieux il résiste à l'action des grands froids ; plus il est complexe, plus il est sensible aux effets funestes de cet agent perturbateur. La réaction brusque et énergique que produit chez les animaux à température constante le refroidissement dans un bain d'air froid conduira peut-être à des méthodes thérapeutiques utiles.

Enfin M. Pictet tire une conclusion d'ordre philosophique, mais ici il nous permettra de ne pas le suivre. Son raisonnement se réduit à ceci :

Le vie ne peut se trouver que là où il y a action chimique ; or à — 200° il n'y a plus d'action chimique possible; donc à — 200° il n'y a plus de vie possible. Et cependant

les germes refroidis à — 200°, dans lesquels il n'y a par conséquent plus de vie, revenus à la température normale, revivent et se développent. Donc, étant donnée une structure organisée morte, les conditions physico-chimiques suffisent à elles seules pour y développer tous les phénomènes vitaux de la vie végétative. La vie est donc une force du même ordre que les autres forces de la nature : pesanteur, gravitation, etc.

Nous concédons volontiers qu'à — 200° il n'y ait plus d'action chimique possible; encore serait-ce un fait à établir : les expériences de M. Pictet n'ont porté que sur des corps dans lesquels la vie faisait défaut. Sous l'influence de cet agent mystérieux, qui sait si les actions chimiques ne s'exercent pas à des températures beaucoup plus basses. Mais soit, passons outre.

Ce qu'il faudrait prouver, ce que M. Pictet n'a pas prouvé, vu qu'il a prouvé précisément le contraire, c'est que les actions chimiques sont *essentiellement* liées à la vie.

Il dit lui-même : « Les actions chimiques, par principe même et définition, doivent se manifester dans la profondeur des tissus pour que nous puissions *y reconnaître* la vie. » Les actions chimiques sont donc *une manifestation de la vie*, et non pas *la vie* elle-même. Et qui dira qu'il n'y a vie que là où il y a manifestation de la vie ?

Que la vie ne puisse exister sans action chimique, c'est à l'expérience à nous le montrer. Or, nous le disions tantôt, l'expérience démontre tout le contraire.

Si M. Pictet, après avoir soumis les germes à un froid de — 200°, (température à laquelle, selon lui, il n'y a plus d'action chimique possible, même dans les êtres vivants), les a vus reprendre leurs fonctions vitales et se développer de nouveau, c'est que ces germes n'étaient pas morts et qu'en conséquence les actions chimiques ne sont pas essentiellement liées à la vie, du moins dans ces êtres tout à fait inférieurs.

Enfin nous ne voyons pas de quel droit on pourrait placer la vie sur le même rang que la gravitation ou la pesanteur. Pour que la matière soit animée de vie, ne faut-il pas qu'elle se trouve dans des conditions toutes spéciales ? La vie est-elle une force qui, comme les forces universelles de la nature, la pesanteur, la gravitation, s'exerce partout où il y a ne fût-ce qu'un atome de matière (1) ?

Reconnaissons, avant de reprendre notre exposé, que M. Pictet, avec le bon sens qui le caractérise, distingue entre les phénomènes de la vie végétative et ceux de la vie sensitive.

« Tous les phénomènes de l'ordre psychique, dit-il, ne sauraient jamais être produits ni expliqués par le seul mouvement de la matière organisée. »

Les recherches que nous venons d'énumérer se sont échelonnées depuis l'année 1869 jusqu'en l'année 1893, et ont été faites en partie avec la collaboration de MM. Casimir de Candolle, Édouard Sarasin, E. Yung, du Bois-Reymond, Bertin, Susani, etc., etc.

Mais lorsque M. Pictet eut fait ses premières découvertes relatives au rayonnement à basse température, il se vit amené à étudier, à ce point de vue, l'action du froid sur les êtres supérieurs.

Ici encore, le chien fut la victime choisie.

Nous avons déjà dit ce qu'il advient de l'animal soumis au rayonnement dans un puits à — 92°, lorsqu'il n'est couvert en aucune façon.

Voyons maintenant le second cas.

Entourons complètement le chien d'un duvet protecteur et d'une bonne pelisse ; mais laissons le museau libre, en sorte que l'animal puisse respirer l'air à la température ambiante.

(1) On trouvera une réfutation plus complète et écrite par une plume autorisée dans le bel article de Mgr D. Mercier, intitulé : *La Définition philosophique de la vie*, REVUE DES QUEST. SCIENT., oct. 1892, pp. 446 seqq.

De 0° à — 60°, l'animal bien protégé ne ressent rien ou presque rien. Les fourrures dont il est couvert sont encore adiathermanes pour ces rayons.

De + 37°5 (température du chien) à — 60°, toutes les radiations que l'animal émet sont arrêtées par le manteau qui le couvre; de — 70° jusqu'au froid absolu, le chien émet d'autres rayons calorifiques qui traversent le manteau et arrivent dans l'enceinte froide. Par contre, celle-ci rayonne aussi, de la périphérie vers le centre, de — 70° jusqu'au froid absolu, et restitue tout ce qu'elle reçoit ou à peu près. En sorte qu'il n'y a ni perte ni gain; l'animal n'a pas froid (1).

Mais si l'enceinte est refroidie à — 110°, il en va tout autrement. Dans ce cas, l'enceinte n'émet plus que les rayons calorifiques compris entre — 110° et le froid absolu. Le chien, au contraire, rayonne tout son spectre depuis — 70° jusqu'au froid absolu. L'animal subit donc une perte : de — 70° à — 110°, il émet au travers du duvet qui le protège des rayons calorifiques dans l'enceinte froide, et ces rayons ne lui sont pas renvoyés.

C'est là une cause de perte notable, qui soutire la chaleur à l'être vivant sans que la peau soit directement mise en cause. Le refroidissement de l'animal s'effectue en effet par *toute la masse de son corps,* qui est diathermane pour ces vibrations calorifiques longues (— 70° à — 110°).

« Les organes centraux recevant une partie des ondes calorifiques émises par les tissus superficiels et en absorbant une fraction, puisque leur diathermanéité n'est pas parfaite, il s'ensuit que les couches extérieures perdent

(1) Nous admettons ici avec M. Pictet que le spectre de la chaleur, à une température donnée, ne comprend pas seulement les rayons de longueur d'onde correspondant à cette température, mais aussi les rayons de toutes les longueurs d'onde intermédiaires entre celles de cette température et celles des températures voisines du froid absolu.

un peu plus de chaleur que les parties profondes dans le même temps.

» Cette différence sera d'autant plus petite que l'enceinte extérieure sera à une température plus basse.

» Voilà donc réalisée cette disposition, en apparence impossible, qui est de refroidir un être vivant à sang chaud sans lui faire *rien éprouver de spécial à la peau, aucun frisson, aucune impression de froid.* »

Ceux qui se trouvaient en janvier 1883 à Werchojansk, alors que le thermomètre indiquait 76° sous zéro, devaient donc moins *sentir* le froid à l'extérieur des habitations qu'à l'intérieur. Mais aussi n'eussent-ils pas résisté longtemps à pareille situation.

Pour en revenir à notre chien, au sortir de l'appareil, après 10 ou 15 minutes de station, il n'a manifesté que des symptômes très marqués d'un appétit féroce. Il est évident que si on l'avait laissé, comme son compagnon, deux ou trois heures dans le puits frigorifique, il serait mort comme lui, les fourrures et le duvet dont on l'avait entouré ne le protégeant plus à ces températures très basses.

M. Pictet a voulu expérimenter sur lui-même l'action de ces basses températures. Le *Bulletin de physique* paru dans cette REVUE en janvier 1895 a déjà instruit nos lecteurs de ce fait étrange, et nous n'avons plus à y revenir.

En 1893 déjà, M. Pictet avait essayé sur lui-même l'effet du refroidissement par rayonnement. Mais, cette fois, il n'avait plongé que le bras dans le puits frigorifique maintenu à — 185°. Laissons-le dire lui-même l'impression qu'il ressentit :

« On sent, dit-il, sur toute la peau et dans toute l'épaisseur des muscles, une impression tout-à-fait caractéristique et spéciale qu'aucune description ne peut faire entendre. On éprouve une sensation peu désagréable d'abord, mais

qui le devient peu à peu et dont le siège a l'air d'être l'os central ou le périoste.

» Le mot « se refroidir jusqu'à la moelle » semble prendre une signification nouvelle et vécue. Au bout de trois à quatre minutes, la peau du bras est un peu violacée, mais la douleur devient forte et gagne surtout les parties profondes. Au bout de dix minutes, après avoir sorti le bras du puits frigorifique, on éprouve en général une forte réaction avec cuisson superficielle de la peau.

» En maniant longtemps de la neige avec les bras nus, la réaction cutanée subséquente ressemble, en plus affaibli, à cette cuisson qui apparaît à la fin de l'expérience décrite. »

Pour rendre notre travail plus complet, nous devrions étudier en finissant le froid au point de vue thérapeutique. Nous ne ferons qu'indiquer, sans entrer dans aucun détail, quelques-unes des propriétés précieuses du froid utilisées aujourd'hui en médecine.

L'hydrothérapie, quoique ressuscitée pour ainsi dire dans ces dernières années, date des temps les plus reculés. La réaction qui suit les bains froids a toujours été considérée comme un remède des plus précieux dans un grand nombre de maladies.

On a employé aussi avec succès les bâtons d'acide carbonique solide et surtout les projections de chlorure de méthyle liquide pour la guérison des sciatiques.

Enfin les liquides très volatils, tels que certains gaz liquéfiés, peuvent parfois servir d'anesthésiques locaux.

Faudra-t-il ajouter à cela le refroidissement dans un puits maintenu à —100° comme remède énergique contre les gastralgies ? C'est à l'avenir à nous le faire savoir. Le cas de M. Pictet, guéri, en huit séances, de douleurs d'estomac vieilles de six ans, ne peut suffire à lui seul pour démontrer l'efficacité de cette cure.

Nous voici arrivés au terme de cette étude déjà trop longue. De tout ce que nous avons dit, la conclusion la plus nette qui se dégage, c'est que la « cryologie » est encore à l'état embryonnaire. Que l'on considère les progrès encore à réaliser dans le domaine de la physique ou dans celui de la chimie et de la physiologie, et la vérité de notre conclusion apparaîtra d'elle-même.

Libre champ reste donc ouvert à tous ceux que tente ce genre d'études, et que ne feront point reculer le temps et les ressources à dépenser dans semblables travaux.

A eux et à MM. Pictet, Olzewski, Dewar, etc., nous souhaitons plein et entier succès dans leurs laborieuses recherches.

J. Van Geersdaele, S. J.

---

# QUELQUES EXPLOITS

D'UNE

# PARTICULE D'AIR (1)

—

En 1880 (2), à la séance publique de la Classe des sciences, j'ai eu l'honneur de faire une lecture sur les voyages et métamorphoses d'une gouttelette d'eau ; à cette occasion, j'ai décrit brièvement les diverses phases du cycle immense que parcourt la gouttelette depuis le moment où elle faisait partie des vastes bassins des mers, jusqu'à celui où, après de longues traversées et bien des transformations, elle a regagné ses compagnes de l'océan.

L'an dernier, j'ai publié quelques pages de l'histoire d'un grain de poussière (3) ; j'ai insisté alors sur l'étonnante profusion des parcelles solides dans nos demeures, dans nos lieux de réunion, dans les fabriques et dans les mines ; après avoir signalé les dangers que présentent ces parcelles dans des circonstances spéciales, j'ai rappelé combien les grains de poussière sont répandus dans l'atmosphère, et j'ai tâché de montrer le rôle très considérable qu'ils jouent soit dans la production de l'aurore et

(1) Lecture faite à l'Académie des sciences de Belgique, dans la séance publique du 14 décembre 1895.

(2) BULLETIN DE L'ACAD. ROY. DE BELG., 1880, t. L, p. 423.

(3) REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, juillet 1894, t. XXXVI, pp. 17 et suiv.

du crépuscule, soit dans la diffusion de la lumière suivant toutes les directions.

Aujourd'hui je me propose de décrire quelques exploits d'une autre créature minuscule, qui nous offre la particularité d'être des centaines de fois plus légère qu'une gouttelette d'eau ou un corpuscule solide; je me bornerai à célébrer quelques hauts faits de cette héroïne — je ne crains pas de l'appeler ainsi — dans ses rapports avec les liquides et avec les solides; nous verrons qu'elle ne le cède à ses émules ni en activité, ni en vaillance. Et quel est donc ce petit être si merveilleux? Une simple particule d'air.

Bien qu'elle et ses compagnes échappent complètement à notre vue, elles sont répandues partout autour de nous, et pénètrent même dans notre organisme à tel point que, sans une multitude de ces particules jouant un rôle déterminé dans notre corps, nous ne pourrions ni respirer, ni vivre un seul instant.

Est-il possible d'isoler une de ces particules? N'y songeons pas; d'ailleurs, lors même que nous y parviendrions, nous ne la verrions pas. Heureusement, nous sommes en état d'en isoler des assemblages, dont nous distinguons assez nettement les limites; parmi les nombreux moyens d'y réussir, arrêtons-nous au suivant, qui, à vrai dire, n'est pas le plus simple, mais l'un des plus instructifs.

Voici un verre de montre et une capsule contenant de l'eau; la concavité du verre de montre étant tournée vers le bas, inclinons-le légèrement, et plongeons-le dans le liquide; aussitôt apparaît une ligne brillante qui semble limiter la partie mouillée de la surface concave du verre. Quel est donc l'obstacle qui empêche l'eau de mouiller cette face du verre de montre aussi bien que la face convexe? Cet obstacle, c'est un ensemble de particules d'air; légèrement comprimées pendant l'immersion, elles se sont groupées pour former un globule gazeux.

Avant d'être isolé par notre petite manœuvre, le globule faisait partie d'une des mille et mille tranches concentriques dont se compose l'atmosphère, c'est-à-dire cette immense couche gazeuse qui enveloppe tout le globe terrestre, et dont chacune, pesant sur celle qui lui est inférieure, et communiquant en outre le poids des tranches qui sont au-dessus d'elle, détermine au niveau de la mer une pression totale égale en moyenne à $1^{k},033$ par centimètre carré. Notre globule d'air est-il également soumis à cette pression? Sans aucun doute, car elle est transmise intégralement par l'intermédiaire de l'eau, c'est-à-dire d'un milieu très peu compressible, mais parfaitement élastique. A cette pression de l'air extérieur s'ajoute encore celle du liquide s'élevant au-dessus du globule d'air dans la capsule.

Actuellement celui-ci n'accuse sa présence que par la couche liquide si brillante qui l'entoure; mais d'où vient donc la forme si régulière du globule? Où est le siège des forces figuratrices dont nous admirons l'effet mystérieux? Est-ce dans le globule d'air lui-même? Oh! non; ces forces résident essentiellement dans la portion liquide très mince qui limite le petit volume d'air, et encore la partie active n'a-t-elle qu'une épaisseur d'environ $1^{mm} : 20\,000$. C'est cette couche si mince qui est douée d'une force contractile, et qui, pour ce motif, tend toujours à occuper la moindre étendue possible, eu égard au volume qu'elle enveloppe; en outre, en vertu de sa courbure, elle exerce sur l'air emprisonné dans le liquide une pression d'autant plus grande que les dimensions du globule sont moindres; si ces dimensions sont très petites, par exemple d'une fraction de millimètre, les globules gazeux sont toujours sphériques comme les bullettes d'acide carbonique qui s'élèvent à travers une liqueur mousseuse.

Mais, direz-vous, quel est donc le chercheur qui nous a initiés à toutes ces particularités? Ce chercheur, dont l'Académie a publié les travaux à jamais mémorables,

c'est Joseph Plateau qui, par les yeux de l'esprit seulement (hélas! depuis longtemps il était frappé de cécité!) a pu contempler les splendides figures d'équilibre des liquides soumis à leurs seules forces moléculaires; c'est ce savant infatigable qui est parvenu à réaliser ces figures par la main de ses collaborateurs! Admirable privilège du génie, qui, à force de ténacité, finit par atteindre le but à travers mille entraves, et malgré des difficultés en apparence insurmontables!

Revenons à notre globule d'air emprisonné sous le verre de montre : il est donc soumis à la fois à la pression de l'atmosphère, transmise par le liquide ambiant, à la pression hydrostatique de l'eau s'élevant au-dessus de lui, et enfin à la pression capillaire provenant de la couche brillante qui l'entoure. Comment nos particules si légères, si ténues, peuvent-elles résister à la somme de ces trois pressions? Ah! c'est que tout se passe comme si, entre ces particules, s'exerçait une force répulsive d'autant plus marquée qu'elles sont comprimées plus fortement, et en vertu de laquelle le globule occuperait aussitôt un volume plus grand si la pression extérieure devenait beaucoup moindre. Voilà pourquoi le calme le plus parfait semble régner dans la couche servant d'enveloppe à nos particules. Mais ce calme, si profond en apparence, est-il bien réel? Faut-il prendre à la lettre la condition d'équilibre énoncée à cet égard par tous les physiciens? Assurément non, car si, par la pensée, les dernières parcelles du liquide et de l'air étaient grossies des milliards de fois, quel spectacle émouvant s'offrirait à nos yeux! Nous verrions ces parcelles se livrer à une lutte à côté de laquelle les grandes batailles historiques ne seraient que des escarmouches, et dont nous pourrions contempler les différentes phases avec un véritable plaisir; car cette lutte-là ne laisse jamais ni morts, ni blessés.

Toutefois, avant de la décrire, apprenons à connaître les armes ou plutôt les moyens d'attaque de nos combat-

tantes ultra-microscopiques. Quant à nos petites héroïnes gazeuses, nous savons déjà qu'elles se repoussent les unes les autres, et cela avec d'autant plus d'énergie qu'elles sont plus comprimées. Mais quelle est la force qui anime les molécules liquides avoisinant le globule ?

Pour le savoir, il ne faut pas même recourir à des considérations plus ou moins abstraites ; il suffit de rappeler quelques faits connus de tout le monde. Un objet mouillé exposé à l'air d'une chambre devient de moins en moins humide et finit par être parfaitement sec ; même après une pluie diluvienne, les pavés de nos rues ne tardent souvent pas à perdre toute trace d'humidité ; si un vase ouvert et contenant de l'eau est maintenu pendant plusieurs heures sur l'un des plateaux d'une balance, et que l'on fasse de temps en temps la pesée, on constatera que le poids de l'eau va toujours en diminuant. Ces exemples et bien d'autres du même genre ne nous obligent-ils pas à conclure que les particules superficielles de l'eau tendent constamment à se séparer du reste de la masse ? Mais que deviennent les particules ainsi détachées du liquide ? Elles se séparent en parcelles de vapeur invisibles et tellement légères qu'elles montent dans l'atmosphère ou dans l'air ambiant ; or, le passage de l'état liquide à l'état de vapeur ne peut évidemment s'opérer que d'une manière graduelle ; c'est pourquoi nous devons admettre que, dans la couche superficielle du liquide, les distances entre les molécules vont en croissant à mesure qu'elles sont plus rapprochées de la surface libre. Dans le sens tangentiel à cette dernière, l'écartement progressif des molécules fait naître des forces contractiles agissant pour donner à la surface liquide la moindre étendue possible : voilà les forces qui façonnent si admirablement les limites de notre globule gazeux. Dans le sens normal, au contraire, l'accroissement graduel des distances intermoléculaires provoque une tendance à l'évaporation ; c'est précisément le phénomène dont je viens de rappeler quelques exemples bien simples.

Figurons-nous à présent la lutte entre des particules rivales dont les unes tendent sans cesse à s'échapper dans le globule d'air, et dont les autres (nos particules gazeuses) font un effort continu pour pénétrer dans l'eau. Assistons par la pensée à ce brillant tournoi ; voyez-vous les particules liquides se séparer entre elles près de la surface limite, les unes se lancer dans l'air du globule, et les autres reprendre aussitôt la place de celles qui les ont précédées ou qui ont disparu ? Mais, ô prodige ! les sphérules d'eau lancées dans l'air ont elles-mêmes une tendance extrêmement prononcée à se résoudre en molécules incomparablement plus ténues encore, et à produire de la vapeur plus légère que l'air même. Comme l'eau est un milieu d'une élasticité parfaite, chaque sphérule qui s'en détache donne lieu à des mouvements vibratoires, et ces mouvements se communiquent à la masse liquide tout entière.

Portons maintenant notre attention sur les particules d'air : elles font incessamment effort pour se loger dans les intervalles libres de la ligne de bataille ; à peine l'une d'elles a-t-elle pénétré dans l'intervalle de deux molécules liquides en vibration, que celles-ci, obéissant à leur attraction mutuelle, font avancer davantage la particule, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'elle se trouve engagée au milieu de la masse. Voilà comment bien des particules d'air parviennent, les unes après les autres, jusqu'aux parties les plus profondes de l'eau, où elles sont sans doute fortement comprimées, et acquièrent ainsi une cohésion croissante, tandis que la cohésion moyenne de l'eau va, au contraire, en diminuant. De même que les parcelles de vapeur d'eau qui s'engagent dans l'air du globule finissent par le saturer, de même les particules d'air ne pénètrent en plus grand nombre dans l'eau que jusqu'au moment où celle-ci est saturée de gaz.

D'après cela, plus la température est basse et conséquemment plus la cohésion de l'eau est forte, plus aussi la quantité d'air dissous peut devenir notable ; c'est pour ce

motif, sans doute, que la moindre variation de température modifie la puissance d'absorption de l'air par l'eau.

On comprend aisément aussi que la quantité d'air dissous dans l'eau augmente de plus en plus à mesure que la pression extérieure devient plus grande ; qui ne connaît, en effet, les nombreuses applications de cette propriété, notamment pour la fabrication des boissons gazeuses ?

Puisque l'air se trouve incorporé, pour ainsi dire, dans l'eau, comment faire, demandera-t-on peut-être, pour débarrasser celle-ci du gaz dissous? Rien de plus facile que de le retirer, du moins en grande partie : il suffit de chauffer le liquide pendant quelques minutes pour voir apparaître une infinité de petites bulles d'air adhérentes à la paroi ou s'élevant du sein de l'eau. Pour chasser tout l'air dissous, il faudrait soumettre le liquide à une ébullition prolongée, ce qui ferait croître d'une façon étonnante la cohésion de l'eau après son refroidissement. Je me plais à rappeler à cet égard les expériences si frappantes de notre excellent confrère, M. Donny : cet habile expérimentateur a nettement démontré la cohésion vraiment surprenante de l'eau bien purgée d'air. Qui ne sait aujourd'hui que, dans ces conditions, l'eau ne bout qu'à des températures très notablement supérieures au point d'ébullition normal ? Quel mécanicien ignore actuellement que l'eau servant à la production de la vapeur dans les chaudières doit être aérée, s'il veut que la machine marche régulièrement sans danger d'explosion ?

Mais je reviens à l'échange d'air et de vapeur près de la surface limite du globule gazeux, et aux mille aventures encore peu ou point connues de nos héroïnes rivales dans leur lutte incessante pour pénétrer les unes dans l'espace occupé par les autres. Puisqu'il y a tant d'efforts déployés sans relâche aux confins de l'eau et de l'air dans un simple globule gazeux, n'est-il pas naturel de se demander quelle somme énorme de travail s'effectue sans interruption à la surface commune à l'atmosphère entière et aux eaux de

toutes les rivières, de tous les fleuves, de tous les lacs, de toutes les mers du globe ? Mais ici l'imagination la plus puissante demeure confondue devant une activité aussi prodigieuse.

Qui, en effet, mesurera les quantités immenses de vapeur invisible répandues dans l'atmosphère ? A quelle balance évaluer le poids des brouillards et des nuages suspendus au-dessus de nos têtes ? Qui pèsera les longues bandes de parcelles de glace flottant dans les régions supérieures de l'air ? Qui, surtout, appréciera dignement les services rendus à l'humanité par ces légions de parcelles liquides transportées à de grandes hauteurs dans l'atmosphère et distribuant partout la chaleur et la fécondité ?

Dans notre complète insuffisance, contentons-nous de dire avec Louis Racine, en rectifiant un peu le premier vers :

« La mer, qui de son sein repousse les vapeurs (1),
Par ces eaux qu'elle perd, voit une mer nouvelle
Se former, s'élever et s'étendre sur elle ;
De nuages légers cet amas précieux
Que dispersent au loin les vents officieux,
Tantôt, féconde pluie, arrose nos campagnes,
Tantôt retombe en neige et blanchit nos montagnes. »
. . . . . .

Mais n'insistons pas davantage, et poursuivons plutôt nos particules d'air qui parviennent à percer de toutes parts la surface libre des eaux. Imaginons toujours les objets grossis suffisamment, et que verrons-nous ? Des particules gazeuses se glisser les unes derrière les autres dans les intervalles de la couche liquide superficielle ; ici, des particules d'un gaz vivifiant par excellence, c'est-à-

(1) Le poète avait écrit :
« La mer, dont le soleil attire les vapeurs » ;
mais l'évaporation a lieu la nuit comme le jour, par un temps froid comme par un temps chaud ; toutefois la chaleur solaire, de même que le vent, active fortement la production de la vapeur.

dire d'oxygène, destinées à assainir l'eau et à favoriser la respiration des habitants des fleuves et des mers ; là, des molécules d'un autre gaz appelé azote, et ayant, entre autres, pour mission de modérer la vivacité de l'action de ses compagnes; ailleurs, des molécules d'un gaz nommé *argon*, récemment découvert par lord Rayleigh et M. Ramsay, et dont le rôle mystérieux sera sans doute éclairci un jour ; ailleurs encore, des molécules d'un quatrième gaz, l'acide carbonique, spécialement réservées pour la croissance des plantes. Est-ce tout ? Non, car nous verrions avec stupéfaction pénétrer encore dans l'eau une infinité de germes de végétaux et d'animaux, n'attendant que des conditions favorables pour grandir et se développer avec une étonnante rapidité. N'est-il pas prouvé aujourd'hui qu'il suffit d'exposer à la lumière, dans un vase ouvert, de l'eau préalablement bouillie, pour que, au bout d'une semaine, il se soit formé, sur les parois, des taches où un puissant microscope révèle l'existence de millions de très petites plantes avec lesquelles sont associées des légions d'animalcules ? D'après des résultats précis d'observations aussi nombreuses que délicates, des germes de plantes et d'animaux existent partout dans l'air comme dans l'eau ; surviennent des conditions favorables de lumière et de température, aussitôt ces germes croissent, se multiplient et deviennent visibles, du moins au microscope.

Mais, dira-t-on, comment ces êtres peuvent-ils se nourrir dans l'eau ? Ici nous rencontrons une de ces harmonies merveilleuses qu'on ne peut constater sans être rempli d'enthousiasme. En effet, comme toute végétation, ces plantes aquatiques sont principalement formées de carbone ; eh bien ! elles puisent le carbone nécessaire, en partie dans l'acide carbonique dissous dans l'eau, mais surtout dans l'acide carbonique dégagé par les petits êtres vivants associés aux plantes. D'autre part, ces animalcules se nourrissent, soit en s'entre-dévorant, soit en mangeant quelque peu les plantes voisines. L'acide carbonique qu'ils

exhalent est à son tour décomposé par les plantes, qui s'assimilent le carbone et dégagent l'oxygène dont les animalcules ont précisément besoin pour se conserver en bonne santé.

Voilà comment, dans les eaux répandues sur la terre, est maintenue, d'une façon providentielle, la balance de la vie! et cette balance, est si bien équilibrée,que les organismes végétaux et animaux apparaissent et disparaissent suivant des lois mystérieuses qui dépendent sans doute de la lumière, de la température, des alternatives du jour et de la nuit, de la quantité de matières dissoutes, etc. Tout est si bien coordonné que, si l'on introduisait à dessein quelque organisme vivant dans le vase d'expérimentation, aussitôt les relations déjà établies seraient troublées, et, au bout de quelque temps, il se produirait de nouveaux arrangements que l'on ne pouvait assigner d'avance.

Le tournoi gigantesque entre les parties constitutives de l'atmosphère et les eaux distribuées sur la terre tout entière, tournoi invisible, mais pourtant bien réel, très animé et de plus incessant, n'offre-t-il pas un des exemples les plus imposants, les plus grandioses de la lutte pour la vie... des autres ? En effet, tous ces efforts de l'eau pour se répandre dans l'air à l'état de vapeur ne tendent-ils pas directement au bien-être de l'humanité, au développement normal de tous les organismes vivant dans l'atmosphère ? Et de même, l'étonnante énergie déployée par les particules invisibles de l'air n'a-t-elle pas pour résultat de purifier l'eau et de contribuer à la vie des innombrables habitants des lacs, des rivières, des fleuves et des mers ?

*
* *

Après cette rapide esquisse des combats livrés sans interruption entre l'air et l'eau, abordons maintenant l'exposé de quelques hauts faits de notre héroïne dans ses relations avec les corps solides. Mais j'entends poser la

question de savoir ce que les particules d'air si minimes peuvent bien avoir de commun avec des masses solides de forme invariable, incomparablement plus denses, et dont toutes les parties semblent être trop compactes pour permettre l'accès de nos parcelles gazeuses. C'est effectivement l'idée que l'on s'est faite, jusque dans ces derniers temps, de la manière d'être des corps solides. Mais cette idée n'est pas conforme à la réalité ; car, de même que les particules superficielles des liquides tendent à se répandre dans le milieu ambiant, tout se passe comme si pareillement les molécules des corps solides étaient repoussées de l'intérieur vers l'extérieur, et s'écartaient ainsi de plus en plus entre elles, mais seulement dans une couche superficielle excessivement mince. Est-ce là une induction contraire aux faits ? Bien loin de là ; qui ne sait, en effet, que le camphre, l'iode, la glace, etc., se changent en vapeur à la température ordinaire ? Quoi de plus connu que les odeurs répandues par certains corps solides, tels que le bois, le cuir, le soufre, etc. ? N'est-il pas certain que, d'un pétale de rose ou de violette, et, en général, de tous les parfums solides, se détachent constamment une infinité de particules d'une ténuité incroyable et pourtant capables d'exciter les muqueuses de l'odorat ou, comme on dit volontiers, d'embaumer l'air qu'on respire ?

Bien d'autres faits prouvent une constitution exceptionnelle de la couche libre des corps solides ; je ne citerai ici que les expériences de M. De Marçay sur la vaporisation des métaux dans le vide à des températures inférieures à leurs points de fusion, et, tout spécialement, les recherches de notre confrère M. Spring sur la soudure directe des métaux, soit de même espèce, soit d'espèces différentes.

Concluons de l'ensemble de toutes ces preuves qu'il existe à la surface des corps solides une couche extrêmement mince où la densité diminue de plus en plus à mesure qu'on approche davantage de la tranche libre. Admettons, par conséquent, cette constitution particulière

dans la couche superficielle des solides, et assistons, par un nouvel effort de notre imagination, au travail sans relâche de nos parcelles d'air dans le voisinage immédiat d'un corps solide quelconque ; les voilà qui se lancent avec ardeur dans les intervalles invisibles des molécules extrêmes de celui-ci, se fraient un passage à travers d'innombrables pores, d'où résulte enfin un ensemble formé de parcelles solides et d'agrégats plus ou moins condensés de particules gazeuses. N'est-ce pas ainsi que se développe rapidement ce réseau très fin, sans doute, mais pourtant fort résistant qui recouvre tous les corps solides et qu'il est même très difficile d'enlever ?

Mais, direz-vous, quel intérêt peut bien nous offrir cette activité incessante de l'air ? Oh ! un intérêt de la plus haute importance ; car, sans cette couche protectrice recouvrant les solides, tout objet amené en contact avec un autre risquerait bien souvent d'y adhérer au point de ne pouvoir s'en séparer qu'au prix d'un grand effort. Oui, c'est cette couche invisible qui permet à l'ouvrier de se servir habilement de ses outils, au lecteur de tourner aisément les pages de son livre, à l'écrivain de manier à volonté sa plume, au voyageur de détacher sans peine les pieds du sol, etc. Je n'en finirais pas, s'il fallait citer les principaux exemples de l'utilité de ce coussin microscopique d'air à la surface des corps solides, et Dieu sait combien la société serait troublée sans cette manifestation continuelle de l'énergie de notre humble particule.

De longues et patientes observations dues à Moser et à Waidele ont rendu extrêmement probable que chaque corps a son enduit gazeux particulier, qui dépend de l'état de la surface libre, de la température, de la pression, des vapeurs répandues dans l'espace ambiant, etc. Cela est si vrai qu'il suffit de passer le doigt sur une plaque de verre ou de métal pour modifier le petit agrégat moléculaire recouvrant la surface. En veut-on la preuve ? On trace avec le doigt ou le bout d'une tige quelconque

quelques caractères invisibles sur la plaque, puis on y dépose l'haleine ; aussitôt on voit apparaître l'ensemble des traits, sans aucun doute parce que la vapeur d'eau de l'haleine se dépose autrement sur la surface demeurée intacte qu'aux endroits marqués par les traits.

Faut-il signaler encore, à ce sujet, un tour de force ou plutôt d'adresse exécuté par nos modestes particules ? On maintient pendant longtemps, à une très petite distance mutuelle, deux plaques métalliques dont l'une est parfaitement polie, et dont l'autre porte des caractères gravés, ainsi que cela se présente généralement dans les montres de prix ; dès lors si, au bout de quelques mois, par exemple, on sépare les deux plaques, le simple dépôt de l'haleine sur la surface lisse y fait apparaître les caractères de la plaque maintenue primitivement en regard. Par quelle influence magique pareil effet peut-il se manifester ? C'est que les portions creuses de l'une des plaques condensent plus d'air et d'humidité, et qu'ainsi, par les changements fréquents de la température et de la pression atmosphérique, les portions lisses en regard des cavités sont recouvertes d'un enduit gazeux différent de celui des parties voisines ; la différence est accusée par une condensation spéciale de la vapeur d'eau de l'haleine.

Dans le même ordre d'idées, citons un véritable exploit de notre héroïne invisible. On sait que dans l'atmosphère flottent des légions de grains de poussière, non seulement près du sol, mais même à plusieurs kilomètres au-dessus du niveau de la mer. Pour se faire une idée du nombre prodigieux de parcelles solides suspendues dans l'air, il suffit de recueillir de la neige pendant les premiers moments de sa chute ; l'eau provenant de sa fusion est presque noire, tellement les innombrables cavités des petits cristaux de neige ont entraîné de corpuscules de toute espèce ; les flocons recueillis ensuite donnent successivement de l'eau de plus en plus claire ; c'est ce qui a valu à la neige le surnom de *balai de l'atmosphère*. Mais quel est donc le

pouvoir caché qui maintient tant de parcelles solides suspendues dans l'air à des hauteurs même très considérables ? Car enfin, prises une à une, et parfaitement séchées, les poussières pèsent sans doute bien plus que l'air déplacé par elles. Pour découvrir la cause très probable de ce singulier phénomène, rappelons que la constitution d'une parcelle solide est celle d'un très petit noyau entouré d'une couche très mince où la densité diminue graduellement et où s'infiltre l'air ambiant pour en faire une sorte de réseau ; donc plus le noyau est petit, plus est notable l'influence de ce réseau relativement bien plus léger. A cette première cause, on doit en ajouter une autre, peut-être plus puissante encore : les cavités d'un grain de poussière jouissent à un haut degré de la propriété d'attirer l'humidité de l'air, ce qui détermine autour du corpuscule une atmosphère de vapeur invisible formant pour ainsi dire avec lui un seul et même système ; or, la densité de la vapeur d'eau n'est que les 0,625 de celle de l'air à la même pression ; voilà, sans doute, la principale raison pour laquelle nos petites particules sont capables de soutenir sans succomber le poids des myriades de grains de poussière répandus partout dans l'atmosphère terrestre.

Mais, objectera-t-on peut-être, voilà un exploit bien inutile et même très fâcheux ; car ne vaudrait-il pas cent fois mieux que l'air fût débarrassé de tous les corpuscules qui en diminuent la transparence et parfois offusquent même l'éclat du soleil ? Non, mille fois non ! car sans les légions de grains de poussière, la lumière du jour, au lieu d'être diffusée dans tous les sens, ne serait perçue que dans la direction même des corps lumineux, et par diffusion sur les corps terrestres ; partout ailleurs régnerait l'obscurité ; de plus, ce qui serait une vraie calamité, la chaleur du globe se perdrait bien plus vite par rayonnement vers les espaces célestes, et les habitants de la terre seraient exposés à un froid insupportable.

Il est à peine nécessaire d'ajouter qu'une explication

analogue s'applique à la suspension des globules d'eau formant les nuages.

Mais nous voici conviés à la constatation d'une série de phénomènes sonores, toujours bien curieux, parfois même fort imposants. Nos particules d'air sont, nous l'avons déjà vu, extrêmement mobiles ; néanmoins, dès qu'on les écarte violemment des positions qu'elles occupent dans l'espace, elles ont besoin d'un temps appréciable pour le remplir de nouveau, et, dans ce cas, elles ne peuvent reprendre leur densité primitive qu'en exécutant des vibrations souvent assez rapides pour produire des sons. Par exemple, quand le postillon fait claquer son fouet, les sons perçus proviennent des mille et mille vibrations exécutées par les particules d'air subitement écartées de leurs positions d'équilibre ; lorsque le sol tremble à la suite des formidables décharges d'artillerie sur un champ de bataille, ce sont les milliards de particules qui, chassées de toutes parts, vibrent en tous sens et avec un bruit épouvantable. Faut-il citer encore les mugissements des tempêtes sur mer et sur terre ? Les légions de particules vivement poussées par le vent se rapprochent et s'écartent tour à tour ; sur la mer, elles soulèvent d'énormes vagues qui emprisonnent des millions de nos héroïnes, les abandonnent brusquement après avoir déferlé, et retombent enfin avec fracas ; sur terre, l'air en mouvement fait monter des nuages de poussières, passe en sifflant à travers les milliers d'interstices de nos demeures, et, dans sa fougue irrésistible, renverse souvent bien des obstacles. Enfin, entendez-vous les roulements du tonnerre qui succèdent à l'apparition d'un éclair ? Le fluide électrique, en traversant l'espace, rencontre d'autant plus de résistance que l'air est plus comprimé, et tantôt se propage en zigzag, tantôt s'épanouit en une série de branches différentes. Alors se manifeste un désordre effrayant parmi nos particules ; de là les éclats soudains du tonnerre et ses roulements parfois si prolongés ; quand toute la nature paraît

troublée, agitée, courroucée, qui se douterait du rôle considérable joué par nos actrices invisibles ? Qui n'éprouverait un vif sentiment de surprise en apprenant que c'est la même particule d'air qui contribue à transmettre les sons si doux de la voix d'un enfant et à produire les bruits si redoutables d'un ouragan ?

Terminons par la description d'un dernier exploit. Nous venons de rappeler la puissance des particules d'air lancées par un vent violent contre un obstacle fixe; demandons-nous actuellement de quelle manière se manifeste leur énergie, quand l'air est traversé par un projectile sphérique, par exemple, et animé d'une très grande vitesse. Puisque nos particules sont si légères, si mobiles, remplissent-elles instantanément le vide laissé derrière le projectile à mesure qu'il avance ? D'autre part, les parcelles choquées par le mobile pourront-elles s'échapper aussitôt le long du corps en mouvement ? Pour répondre à ces questions, il suffit de rappeler que l'air, malgré sa mobilité extrême, oppose une certaine résistance à tout déplacement soudain. Voilà pourquoi le vide laissé derrière le projectile ne sera pas comblé à l'instant même de sa formation, tandis que, en avant, de très nombreuses particules, ne pouvant s'échapper à temps autour du corps en mouvement, seront accumulées au point d'augmenter notablement la pression qu'elles exercent contre lui; tout se passe comme si, devant le projectile, était tendu un ressort assez énergique pour annuler à chaque instant une partie de la vitesse du corps, et pour déformer un obstacle solide placé sur la trajectoire.

Cette idée a frappé particulièrement l'esprit de notre savant et regretté confrère Melsens; après avoir longtemps médité sur la question, il croyait entendre la voix mystérieuse de notre particule qui lui disait : « Ne me méprise pas ! Sans doute, je suis bien plus petite encore qu'on ne peut l'imaginer ; mais j'ai des compagnes dont le nombre compense l'inconcevable exiguïté, et en unissant nos

efforts après avoir été fortement serrées les unes contre les autres, nous pouvons exercer une très forte pression pour reprendre nos distances primitives ; notre puissance peut croître alors jusqu'à diminuer graduellement l'élan du corps qui nous a condensées, et vaincre des résistances très considérables. »

La voix de notre héroïne, que tant de chercheurs n'avaient pas entendue, ou qu'ils avaient dédaignée jusqu'alors, fut-elle méconnue par l'ingénieux physicien ? Non certes, car il l'écoutait sans cesse, en se livrant, à ce sujet, à une longue série d'expériences remarquables, auxquelles son nom restera toujours attaché avec honneur ; il a pu constater victorieusement que l'air, accumulé devant un projectile sphérique et lancé avec une vitesse suffisante, forme une couche gazeuse capable de s'opposer au contact immédiat de la balle et d'un milieu résistant, particulièrement au point où la trajectoire rencontre le solide frappé normalement.

Du reste, les idées de Melsens ont été confirmées une fois de plus et d'une manière fort élégante par un physicien très distingué, M. E. Mach, professeur à l'Université allemande de Prague, qui est parvenu à obtenir l'image photographique d'un projectile animé d'une très grande vitesse et des ondes gazeuses condensées qui le précèdent.

Après des résultats aussi bien établis, comment douter que le coussin d'air fortement comprimé qui précède le projectile ne cause de grands retards dans sa marche, et, par conséquent, un grand échauffement dans la balle même ? A l'appui de cette affirmation, on peut citer l'exemple des aérolithes ou petits corps planétaires arrachés à leurs orbites par l'attraction de la terre ; ces corps atteignent notre atmosphère avec des vitesses allant jusqu'à 60 kilomètres par seconde ; mais aussitôt nos vaillantes particules d'air leur opposent une résistance tellement grande que la force vive transformée en chaleur suffit, et

au delà, pour les rendre incandescents, parfois même pour les faire éclater.

Les expériences si concluantes de Melsens m'ont fait présumer, dès 1874, qu'on empêcherait à la fois le retard et l'échauffement notables d'un projectile dans sa marche à travers l'air, en pratiquant dans la balle un canal très étroit et légèrement conique, lequel recevrait un obturateur métallique convenable. « De cette manière », disais-je dans mon cours de thermodynamique, « la balle pourrait être lancée sans laisser s'échapper plus de gaz que d'ordinaire ; une fois sortie de l'âme, elle condenserait alors l'air devant elle, tandis que, derrière elle, l'air serait extrêmement raréfié ; il se produirait bientôt une différence de pression capable de lancer le tampon conique hors du projectile, et dès lors il n'y aurait plus de projectile-air. » Dans ces conditions, disais-je enfin, la vitesse des projectiles se conserverait à de bien plus grandes distances, et l'échauffement serait notablement moindre sur leur trajet. »

Voilà les résultats probables qne j'annonçais à mes élèves il y a plus de vingt et un ans ; si leur probabilité n'a pas été changée alors en certitude, c'est que je n'étais pas en mesure de faire moi-même des expériences de vérification ; et, malheureusement, nul n'étant prophète en son pays, je n'ai pas réussi à en faire exécuter, d'après mes indications, par des hommes compétents.

Mais des essais ont été entrepris et menés à bonne fin, il y a environ deux ans, en Allemagne, avec la balle Hebler-Krnka. Suivant l'axe de cette balle de fusil est pratiqué un canal cylindrique de $3^{mm},2$ de diamètre, s'élargissant à la partie postérieure en forme d'entonnoir jusqu'au diamètre $5^{mm},6$ ; le projectile en forme d'olive a sa partie antérieure taillée à arêtes vives ; l'olive est chemisée d'acier ou de nickel ; la périphérie du canal reçoit la même enveloppe. Pour empêcher les gaz de la poudre de s'échapper par le canal intérieur, MM. Hebler et

Krnka ont réalisé précisément le moyen que j'avais préconisé dès 1874 : ils ferment la partie postérieure de la balle à l'aide d'un culot de forme conique, pesant à peu près $0^{gr},3$, et susceptible d'être introduit dans l'espèce d'entonnoir. A peine sorti du canon, le projectile traverse l'air qui, pénétrant par l'ouverture antérieure, débouche le canal, et chasse en arrière le culot, qui tombe à quelques pas du tireur ; dès lors la résistance de l'air se trouve fort diminuée.

C'est ce qui a permis de réduire notablement le poids du projectile ; on a fait plusieurs espèces de balles, les unes en plomb comprimé, les autres avec du zinc ou un mélange de zinc et d'étain.

Et quels ont été les effets produits par toutes ces modifications ? Les voici, d'après un extrait de la REVUE ENCYCLOPÉDIQUE DE PARIS (n° du 1er août 1894) : « Avec un projectile réduit au poids de $4^{gr},3$, ou même de $3^{gr},1$, MM. Hebler et Krnka ont obtenu des vitesses initiales de plus de 900 mètres, une portée maxima de 5400 mètres ; à cette distance, les balles avaient encore une force de pénétration de $0^{m},45$ dans du sapin. En outre, avec le même poids, le soldat pourrait porter 330 cartouches au lieu de 150. »

La comparaison des résultats vraiment extraordinaires ainsi obtenus avec ceux que l'on constate en permettant aux particules d'air de s'accumuler devant un projectile, ne nous donne-t-elle pas une preuve manifeste de leur puissance étonnante, lorsqu'elles sont soumises par le mobile à une forte compression, et peuvent alors déployer toute leur énergie demeurée si longtemps mystérieuse ?

Mais il est temps d'arrêter la description des exploits de notre héroïne, et de lui rendre brièvement un solennel hommage.

Salut donc, humble particule d'air, qui rachètes ton inconvenable petitesse par une profusion suffisante pour

la formation de l'immense couche gazeuse enveloppant toute la terre !

Salut, digne travailleuse, qui sans cesse distribues partout les éléments nécessaires à l'épanouissement de la plus modeste fleur comme à la croissance des arbres les plus gigantesques !

Salut, nourricière infatigable, qui pénètres jusqu'au fond des mers pour y répandre la vie, et te renouvelles incessamment dans tous les climats pour y entretenir la respiration des hommes et des animaux !

Salut, petite fée, dont le pouvoir magique tient suspendus au-dessus de nos têtes, d'une part les légions de poussières qui diffusent la lumière dans tous les sens, de l'autre les brouillards et les nuages destinés à verser partout le bien-être et la fécondité !

Salut, mystérieuse parcelle, qui, avec tes compagnes, couvres tous les objets solides d'une couche imperceptible, mais éminemment utile aux travaux de l'humanité !

Salut, petite artiste invisible, qui tantôt transmets à notre oreille la faible voix d'un enfant, le doux chant d'un oiseau ou le léger murmure d'une fontaine, tantôt propages au loin les sons majestueux d'une cloche, les formidables bruits du tonnerre ou les mugissements terribles de la tempête !

Salut enfin, chère et admirable particule d'air, qui, avec ton frère le grain de poussière et ta sœur la gouttelette d'eau, représentes pour nous, au point de vue matériel, un triple symbole de la bonté et de la toute-puissance du Créateur !

G. Van der Mensbrugghe,
Directeur de la Classe des Sciences
de l'Académie royale de Belgique.

# BIBLIOGRAPHIE

## I.

STÉRÉOCHIMIE. Exposé des théories de Le Bel et van 't Hoff, complétées par les travaux de MM. Fischer, Baeyer, Guye et Friedel, par ÉD. GABR. MONOD, avec une préface de M. C. Friedel. — Un vol. grand in-8° de 163 pp. — Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1895.

Voici longtemps déjà que l'on parle de stéréochimie, et pourtant on n'avait guère encore songé jusqu'ici, chez les écrivains chimistes de langue française, à réunir dans un manuel doctrinal les faits qui sont à la base de cette théorie, les multiples développements qu'elle a reçus et les belles découvertes qui sont venues la corroborer. Sans doute, on possédait déjà les *Dix années dans l'histoire d'une théorie,* de M. van 't Hoff; mais depuis, bien des choses avaient été dites, bien des confirmations nouvelles étaient venues s'ajouter aux anciennes.

Tout cela se trouvait épars dans une multitude de publications françaises, allemandes, hollandaises, et celui qui voulait se rendre un compte exact des progrès de la stéréochimie était bon gré mal gré astreint à la besogne assez indigeste de parcourir nombre de comptes rendus, annales, bulletins, etc., de sociétés savantes. On conçoit qu'une étude aussi peu attrayante pour les jeunes chimistes ait eu pour effet naturel de faire de la stéréochimie la propriété presque exclusive d'un nombre plus ou moins restreint de spécialistes.

Le livre de M. Monod vient occuper une place laissée vide trop longtemps et, hâtons-nous de le dire, il l'occupe dignement.

Dans une courte introduction, l'auteur nous montre comment la stéréochimie prit naissance dans l'impossibilité où se trou-

vaient les formules chimiques planes de rendre compte de deux types bien caractérisés d'isomérie : celle des corps actifs et celle de certains dérivés éthyléniques. De là, pour la notation stéréochimique, deux *desiderata* à satisfaire : dans tous les cas où la notation ancienne suffisait à rendre compte des faits, elle devait faire prévoir exactement le même nombre d'isomères que cette notation ancienne ; au contraire, quand la notation à deux dimensions ne cadrait plus avec l'expérience, elle avait à montrer comment de fait les isomères devaient nécessairement se trouver en nombre moins considérable ou plus considérable que l'ancienne notation ne l'indiquait.

Le reste du livre est consacré à montrer comment la théorie stéréochimique a répondu à ces *desiderata*, et comment ses développements naturels successifs ont amené la découverte de nombreux isomères qu'avant elle on n'avait pas même soupçonnés.

Les remarquables travaux de Pasteur sur l'acide tartrique et les tartrates ouvrirent la voie; ils montrèrent la relation intime entre la structure des cristaux et leur pouvoir rotatoire. Jusque-là toutefois tout s'expliquait en admettant que la dissymétrie était caractéristique de la molécule cristalline; mais le fait que les dissolutions de certains corps organiques, certains liquides, certaines vapeurs mêmes possèdent aussi des pouvoirs rotatoires égaux et contraires, força les chimistes à reporter plus loin encore la dissymétrie et à en faire une propriété de la molécule chimique elle-même.

Or, et c'est là le principe fondamental de la stéréochimie, *la condition nécessaire et suffisante de l'activité d'une molécule est la présence dans cette molécule d'un atome de carbone asymétrique*, c'est-à-dire d'un atome de carbone immédiatement rivé à quatre radicaux monovalents différents. Que l'on raisonne *à priori* en considérant la molécule comme un système de forces en équilibre, ou que l'on raisonne *à posteriori* en considérant un corps où, par des moyens chimiques, on a rendu identiques deux seulement des radicaux rivés au carbone, on arrive au même résultat. Par le seul fait que les trois radicaux ne sont pas tous différents, un plan, au moins, de symétrie naît immédiatement au sein de la molécule et dès lors disparaît toute activité.

Quand on cherche à se représenter une molécule comme $CX_4$ où les radicaux fixés sur le carbone sont tous les quatre identiques, on arrive finalement, comme forme la plus simple, à se la figurer comme un tétraèdre dont les radicaux occuperaient les quatre sommets; ce tétraèdre, régulier dans le cas de la

molécule C $X_4$, deviendrait irrégulier dans le cas d'un carbone asymétrique C X Y Z V. On comprend très bien comment, dans ce tétraèdre, l'identité de deux des radicaux doit faire naître un plan de symétrie passant par l'arête qui joint les deux radicaux différents et coupant en son milieu celle qui joint les deux radicaux identiques.

L'auteur applique ensuite ces considérations à quelques corps de la série grasse et montre comment l'acide lactique, l'acide malique, l'asparagine, l'acide aspartique doivent nécessairement être actifs, alors que l'acide succinique doit être inactif; toutes choses que l'expérience vérifie en tous points.

Deux exceptions sont toutefois possibles : la première a lieu quand les sommets libres sont tous dans un même plan; c'est le cas, par exemple, dans les dérivés éthyléniques, pour les quatre sommets non employés à la liaison double des deux carbones asymétriques; il est alors bien évident que ce plan même doit constituer pour la molécule un plan de symétrie et que par conséquent l'activité doit disparaître.

La seconde se présentera quand le dernier radical, ajouté à un carbone asymétrique, est constitué par un groupement identique par sa composition et la disposition de ses éléments au groupement qu'il complète; dans ce cas, le corps reste actif si les actions des groupements identiques sont de même sens; il devient inactif si elles sont de sens contraire.

Mais la possibilité de dire *à priori* si le corps considéré sera ou non actif, n'est pas le seul avantage de la représentation tétraédrique de la molécule à noyau de carbone; elle va nous permettre encore de déterminer, dans la plupart des cas, si un composé donné a ou n'a pas de stéréo-isomères.

On sait que tout tétraèdre qui n'admet pour lui-même aucun plan de symétrie peut avoir un symétrique par rapport à un plan quelconque, et un seul, lequel ne lui sera pas superposable. Or, un carbone asymétrique réalise ce tétraèdre. Il s'ensuivra donc que tout corps dont la molécule contient un carbone asymétrique pourra exister sous deux formes stéréo-isomériques, et deux seulement, ayant un pouvoir rotatoire égal, mais l'une dextrogyre, l'autre lévogyre. Si le corps est susceptible de cristallisation, la dissymétrie propre à chacun des cristaux, aussi bien que la symétrie de l'un par rapport à l'autre, pourra se manifester dans la forme extérieure : tous deux pourront être actifs et énantiomorphes, c'est-à-dire que le premier sera au second ce que serait ce premier cristal à son image dans un miroir

plan (pourquoi M. Monod n'a-t-il pas développé un peu cette comparaison si facile à saisir pour les commençants, et qu'il insinue à peine par les mots *images symétriques?)*; l'un sera hémièdre à droite, l'autre hémièdre à gauche. C'est ainsi qu'on connaît deux acides maliques actifs (le troisième n'est que la combinaison à parties égales des deux premiers, dans lesquels il peut du reste être dédoublé), et deux acides aspartiques actifs.

Mais que l'on vienne, dans ces molécules à carbone asymétrique, à remplacer par substitution l'un des quatre radicaux par un radical identique à un des trois restants, aussitôt naît dans chacune d'elles un plan de symétrie, elles deviennent superposables, et l'activité, aussi bien que la stéréo-isomérie, disparaît; c'est ainsi qu'on ne connaît qu'un seul acide succinique et qu'il est inactif.

Quant à savoir laquelle des deux formules stéréochimiques obtenues pour les deux isomères correspond au corps droit, et laquelle correspond au corps gauche, c'est un problème dont la solution n'a pas encore été donnée jusqu'à présent pour les composés à un seul carbone asymétrique.

Telle est, en résumé, la marche du premier chapitre. Dans les chapitres suivants, l'auteur fait l'application des mêmes principes à des corps de formules de plus en plus complexes ; il indique les résultats auxquels conduit la théorie et montre combien ils concordent avec ceux que fournit l'expérience.

C'est ainsi qu'on a successivement :

**Chaînes ouvertes.**

*Liaison simple du carbone.* (Cette liaison est mobile, c'est-à-dire que les deux tétraèdres représentant les carbones centraux avec leurs radicaux, si nous les supposons pour un moment réguliers, peuvent pivoter autour de l'axe commun de figure passant par le point d'attache.)

*Composés à deux carbones :*

Si un seul carbone est asymétrique, deux stéréo-isomères ;

Si les deux carbones sont asymétriques, quatre stéréo-isomères (tétroses de Fischer). — Réduction à trois, dont l'un inactif indédoublable, dans le cas où les deux carbones asymétriques deviennent identiques (acides tartriques).

*Composés à trois carbones :*

Si un seul est asymétrique, qu'il soit extrême ou médian, deux stéréo-isomères ;

Si les deux carbones extrêmes sont asymétriques, quatre sté-

réo-isomères, avec réduction à trois (acides diméthylglutariques) dans le cas indiqué ci-dessus ;

Si deux carbones, l'un extrême, l'autre médian, sont asymétriques, quatre stéréo-isomères ;

Si les trois carbones sont asymétriques, huit stéréo-isomères (pentoses de Fischer). — Réduction à quatre, dont deux inactifs indédoublables, si les deux carbones extrêmes deviennent identiques (acides trioxyglutariques), à trois si un carbone extrême et le médian deviennent identiques.

*Composés à quatre carbones :*

S'il y a un, deux, trois carbones asymétriques, on aura comme ci-dessus deux, quatre, huit stéréo-isomères, avec les mêmes réductions dans les cas particuliers ;

S'il y a quatre carbones asymétriques, seize stéréo-isomères (hexoses, dont dix ont déjà été obtenues par Fischer). — Réduction à dix, dont deux inactifs indédoublables, dans le cas où, par groupes de deux, les deux carbones extrêmes et les deux carbones médians deviennent identiques. (Les seizes hexoses doivent ainsi donner dix acides qui tous les dix ont été trouvés.)

*Liaison double du carbone.*

S'il y a deux carbones à liaison double, deux isomères, mais la molécule admettant un plan de symétrie devient inactive. — L'auteur montre ensuite comment de tels corps peuvent facilement se transformer en composés à liaison simple ;

S'il y a plusieurs carbones à liaisons doubles et à liaisons simples, isomères suivant l'ordre de la succession des liaisons doubles et des liaisons simples (acides $\Delta^{\beta'\gamma}$ et $\Delta^{\gamma,\beta}$ hydromuconiques). L'étude de ces composés conduit tout naturellement à celles des corps cycliques (1).

(1) Dans tout ce passage, M. Monod nous paraît trop affirmatif : on dirait qu'il veut à tout prix dériver les composés cycliques des composés à chaîne ouverte et à liaisons simples ; nous nous défions fort de la place laissée vide par la chaîne de cinq carbones et juste de la dimension voulue pour être occupée par un sixième carbone qui fermerait en même temps la chaîne. La direction suivant laquelle s'exerce l'attraction entre deux tétraèdres réguliers unis par un sommet semble être, comme le dit plus loin M. Monod, celle de la droite qui joint les centres de gravité en passant par les sommets en contact ; dès lors l'angle des deux arêtes de deux carbones consécutifs est égal 109° 28′ 16″,4 valeur beaucoup plus rapprochée de l'angle du pentagone régulier 108°, que de celui de l'hexagone régulier 120°. La tendance serait donc bien plutôt vers une chaîne formée de cinq carbones que de six. De plus, si l'on peut mesurer les angles faits par les faces de deux tétraèdres consécutifs, dans le cas où ces tétraèdres

*Liaison triple du carbone.*

Composés évidemment inactifs, puisque la molécule admet au moins un plan de symétrie; pas de stéréo-isomères, les symétriques étant superposables.

**Chaînes fermées.**

*Composés à trois carbones* (liaisons simples, six sommets libres) :

S'il n'y a pas de carbone asymétrique, c'est-à-dire si les radicaux fixés sur les sommets libres sont séparément égaux deux à deux dans chacun des carbones de la chaîne, on peut trouver un plan de symétrie (c'est le plan des liaisons simples), et par conséquent il n'y a ni isomères, ni activité dans la molécule; il en serait de même si tous les radicaux étaient égaux entre eux ;

S'il y a un carbone asymétrique, deux isomères actifs ;

S'il y a deux carbones asymétriques, quatre isomères actifs ; avec réduction à trois, dont l'un inactif indédoublable, si les deux carbones asymétriques sont identiques entre eux (acides triméthylènedicarboniques) :

S'il y a trois carbones asymétriques, huit isomères actifs ; avec réduction à quatre, dont deux inactifs indédoublables, dans le cas où deux des carbones sont identiques (acides phényltriméthylènedicarboniques), et à deux inactifs indédoublables, dans le cas où les trois carbones sont identiques (les deux triméthyltriméthylènes).

*Composés à six carbones :*

La notation stéréochimique aussi bien que la notation plane pressent les isomères de position; elle permet de plus de se rendre compte d'isomères nouveaux, les composés *cis*, où toutes les substitutions ont été faites d'un même côté du plan des liaisons simples, et les composés *trans*, où elles ont été faites de part et d'autre de ce plan. Nous ne parlons pas des isomères que laisse prévoir l'ancienne notation.

*Six liaisons simples.* On dérive de l'hexaméthylène $(CH_2)_6$ les corps de cette série. On obtient :

S'il y a un carbone asymétrique, c'est-à-dire ici, un carbone

sont réguliers, nous pensons que l'on manque de toute donnée pour les mesurer dans le cas de tétraèdres irréguliers. Aussi, loin *d'être certain que les schémas sont tels que le dessin les montre*, nous confessons humblement que nous sommes sur ce point dans la plus complète incertitude.

dont les deux sommets libres sont occupés par des radicaux différents, deux isomères, l'un *cis*, l'autre *trans* (1) ;

S'il y a deux carbones asymétriques, en général quatre stéréo-isomères actifs. — Réduction à deux inactifs dans le cas de la position *para* (acides hexahydrotéréphtaliques), à trois, dont l'un inactif indédoublable, si les carbones asymétriques sont identiques (acides 1, 2 hexahydrophtaliques). — Possibilité de composés *cis* et *trans*, si la substitution n'a porté que sur un seul des hydrogènes dans chacun des deux carbones asymétriques ;

S'il y a trois carbones asymétriques, huit isomères actifs, deux *cis* et six *trans* (hydrobromure de l'acide tétrahydrotéréphtalique) ; etc.

*Liaisons doubles.* Outre les isomères de position prévus par les formules planes, s'il reste dans la chaîne des carbones simplement liés et en même temps asymétriques, on pourra en général pour chacun de ces isomères trouver des formes stéréo-isomériques ; c'est ainsi qu'on obtient :

S'il y a une liaison double, deux, quatre, etc... stéréo-isomères, suivant que la molécule contient un, deux, etc,.. carbones asymétriques (camphre, $\Delta^4$ bornéol), avec des réductions à un nombre moindre, comme ci-dessus (acide $\Delta^2$ tétrahydrotéréphtalique) ;

S'il y a deux liaisons doubles, deux ou quatre stéréo-isomères suivant que la molécule contient un ou deux carbones asymétriques, avec réductions (éthers $\Delta^{1,5}$ et $\Delta^{2,5}$ de l'acide succinylosuccinique, limonène) ;

S'il y a trois liaisons doubles, plus de stéréo-isomères, ni d'activité optique.

Vient ensuite l'étude du benzène : l'interprétation stéréochimique de la manière d'arriver au benzène, soit en partant de

(1) Nous citons l'auteur, mais nous avouons ne pas parvenir à comprendre comment un dérivé tel que $(CH_2)_5$ CXY peut exister sous deux formes isomériques *cis* et *trans*; les deux formules stéréochimiques qu'on pourrait écrire, admettant un même plan de symétrie perpendiculaire au plan des liaisons simples, sont superposables et n'en forment par conséquent qu'une seule. Quant à l'exemple de la coniine, donné en confirmation, nous ferons remarquer que la formule stéréochimique de ce corps, à cause du groupement NH différant de tous les autres et non en position *para* avec le carbone asymétrique, n'admet pas de plan de symétrie ; dès lors on conçoit que deux stéréo-isomères inverses puissent exister ; encore ne sont-ce pas à proprement parler des composés *cis* et *trans*.

l'inosite (1) (recherches de M. Maquenne), soit en partant des acides hexahydrotéréphtaliques (recherches de M. Baeyer) ; une explication du fait en contradiction avec la notation ancienne que le benzène ne donne pas deux dérivés *ortho;* enfin l'interprétation stéréochimique de deux classes de dérivés du benzène, les hexachlorures de benzène et les acides hydromelliques.

Le livre se termine par un résumé des travaux de M. Guye sur les variations en grandeur et en signe du pouvoir rotatoire d'une molécule et sur le produit d'asymétrie. C'est peut-être la partie la plus intéressante de l'ouvrage, et l'on se prend à regretter qu'elle ne soit pas un peu plus développée (2).

On voit combien M. Monod a fait œuvre utile et sérieuse en publiant sa stéréochimie : encore avons-nous dû, dans la crainte d'allonger indéfiniment ce compte rendu déjà trop étendu peut-être, passer sous silence plusieurs pages consacrées : à la transformation d'un isomère stéréochimique en un autre, à la position relative des groupements dans les stéréo-isomères ; au mode général de synthèse de M. Fischer pour passer d'un sucre à $n$ carbones asymétriques aux sucres à $n + 1$ carbones correspondants, etc...

Peut-être trouvera-t-on que M. Monod a, en certains endroits, trop sacrifié au désir d'être bref et concis ; trop de concision nuit parfois à la clarté, et il est tel passage de la *Stéréochimie* qui gagnerait à être développé.

Peut-être aussi reprochera-t-on à l'auteur d'être trop doctrinal et de vouloir faire admettre comme prouvée la réalité de tout ce qu'il écrit : la stéréochimie est la plus jeune des théories chimiques, et malgré ses brillants progrès, les années lui manquent encore pour qu'elle puisse réclamer comme chose due la confiance qu'on accorde à plusieurs de ses sœurs aînées. Toutefois que l'on ne se presse pas de jeter la pierre à M. Monod ; il est bien des choses que beaucoup admettent sur la foi de faits moins probants, sous l'influence de confirmations moins frappantes que celles fournies par l'auteur. Au reste, il semble que M. Monod lui-même ait pressenti le danger et qu'il ait voulu s'en garder :

(1) L'auteur donne à cet endroit les schémas des neuf inosites ; nous avertissons le lecteur que plusieurs fautes d'impression ont échappé à la correction.

(2) Puisque nous sommes au chapitre des regrets, ajoutons que nous eussions voulu trouver dans le livre de M. Monod quelques mots sur la stéréochimie des composés de l'azote et sur la notion de la position favorisée, introduite depuis peu par M. Wislicenus.

c'est du moins l'impression que l'on éprouve quand on trouve en vedette, dès la seconde page de l'introduction, l'observation suivante : " Avant tout, insistons sur ce point, à savoir que la stéréochimie n'est rien autre chose qu'un système de notation commode. Jamais on n'a prétendu avoir trouvé la forme réelle, exacte, d'une molécule ; on a seulement pris, pour la représenter, un symbole nouveau ; et tout ce que l'on peut affirmer, c'est que ce symbole est plus rapproché de la réalité que l'ancien, puisqu'il est plus d'accord avec les phénomènes connus. „

Terminons par un mot de félicitation à MM. Gauthier-Villars et fils, pour la beauté de l'impression et surtout pour l'habileté avec laquelle ils ont su faire ressortir et déchiffrer à première vue des schémas aussi compliqués que plusieurs de ceux employés en stéréochimie.

FERN. GOOSSENS, S. J.

## II.

LES NOUVELLES THÉORIES CHIMIQUES, par A. ÉTARD, répétiteur de chimie à l'École polytechnique. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*, section du Biologiste.) — 1 vol. petit in-8° de 196 pp. — Paris, G. Masson et Gauthier-Villars et Fils.

Il y a une quinzaine d'années, la partie exclusivement théorique de la chimie se réduisait à quelques considérations générales, trop peu nombreuses pour mériter d'être publiées à part ; on les trouvait, résumées en quelques pages, en tête des traités de chimie. Mais il en a été tout autrement en ces derniers temps, et peut-être aucune branche de la science n'a pris un développement aussi rapide et aussi considérable.

La chimie physique est devenue une partie très-importante de la littérature chimique ; on a vu paraître des livres de haute valeur scientifique ; citons en particulier : *Lehrbuch der algemeinen Chemie*, de M. Ostwald ; les *Théories modernes de la Chimie*, de M. Lothar Meyer ; l'*Essai de Mécanique chimique*, de M. Berthelot ; les *Études de Dynamique chimique*, et *Dix années dans l'histoire d'une théorie*, de M. van t'Hoff ; mais surtout : *Zeitschrift für physikalische Chemie*, de MM. Ostwald et van t'Hoff.

Ces ouvrages de longue haleine, excellents pour qui veut entreprendre une étude sérieuse et approfondie des théories physico-chimiques, le sont beaucoup moins lorsqu'il s'agit seulement de rafraîchir, de préciser des souvenirs un peu vagues. Il faut pour cet usage un exposé concis tout en restant clair, sobre de détails tout en étant complet, parfaitement ordonné tout en ne brusquant pas avec trop d'intransigeance les idées de classification généralement admises; c'est ce qu'a réalisé, avec une rare perfection, M. Étard, en écrivant pour l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire *Les Nouvelles théories chimiques.*

L'auteur commence par donner les définitions, et les actions générales des corps; puis il traite en quelques pages très claires de la théorie atomique et de la théorie cinétique des gaz ; — à signaler surtout l'exposé de l'hypothèse des ions, hypothèse de date récente. Viennent ensuite : les propriétés chimiques des atomes et des molécules; les lois fondamentales des combinaisons, la saturation, la substitution, l'atomicité (1), un mot sur les classifications, la polymérisation, les radicaux, les séries homologues, l'isomérie (2), les fonctions ; les propriétés chimiques des molécules dépendant des états physiques ; état gazeux, état liquide, état solide.

A signaler les paragraphes : théorie de van der Waals, pression osmotique, abaissement des tensions de vapeur, abaissement des points de congélation ; et surtout les paragraphes : cristallographie, disposition en zones autour d'un axe, troncatures, systèmes cristallins, clivage, hémiédrie, combinaisons des formes, isomorphisme, polymorphisme, qui forment un véritable petit traité de cristallographie.

Dans une seconde partie, M. Etard s'occupe plus spécialement des relations de la chimie avec la mécanique : principe des masses, vitesse de réaction, formation et dissociation des éthers ; — avec la chaleur : chaleur spécifique, loi de Dulong et Petit, thermochimie; — avec la lumière : spectroscopie, polarisation,

(1) Nous eussions préféré voir réserver le mot " atomicité „ pour la contenance en atomes de la molécule d'un corps simple, et employer exclusivement celui de valence pour marquer la capacité de combinaison d'un atome d'nn corps donné vis-à-vis d'un atome d''hydrogène.

(2) Quelques-uns s'attendraient peut-être à trouver à cet endroit quelques mots sur les stéréo-isomères; mais la stéréo-isomérie étant une isomérie physique bien plus qu'une isomérie chimique, M. Etard a rejeté cette question à l'endroit où il examine les relations de la chimie avec l'optique.

stéréochimie; — avec l'électricité : loi de Faraday, force électromotrice de précipitation.

Comme on le voit, l'auteur a traité toutes les questions importantes de la chimie théorique. Des comparaisons originales, des applications heureusement choisies facilitent l'intelligence des théories plus abstraites.

Peut-être, attiré par l'exposition claire et facile qui distingue l'œuvre de M. Étard, aurait-on souhaité à certains endroits un peu plus de développements; mais il ne faut pas oublier que M. Étard écrit un Aide-Mémoire, et que ce genre de travail n'est pas fait pour de longues dissertations.

Tel qu'il est, le livre de M. Étard répond parfaitement à ce qu'on en attendait; à ceux qui ont déjà étudié les théories chimiques, il servira réellement d'aide-mémoire; à ceux qui entreprennent cette étude, il tiendra lieu de guide pour la lecture d'ouvrages plus développés et plus spéciaux.

FERN. GOOSSENS. S. J.

## III.

LA THÉORIE ATOMIQUE ET LA THÉORIE DUALISTIQUE. *Transformation des formules. Différences essentielles entre les deux théories*, par E. LENOBLE, professeur de chimie à l'Université libre de Lille. — 1 vol. petit in-8° de VII-95 pp. — Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1896.

Le livre que vient d'écrire M. Lenoble est un de ces ouvrages auxquels doit nécessairement donner naissance l'adoption en France de la théorie et de la notation atomiques. Parmi les auteurs de traités de chimie, les uns se contentent de rééditer leurs livres en ajoutant au second plan la notation atomique; d'autres, entrant plus résolument dans ce que nous appelons la voie du progrès, relèguent au contraire au second plan la notation en équivalents; d'autres, enfin, abandonnent entièrement l'ancienne notation.

M. Lenoble a voulu faire œuvre plus générale : il s'est proposé de faire bien comprendre à la jeunesse universitaire, formée à la chimie suivant la théorie dualistique dans les études secondaires, ce qu'est cette notation atomique qu'on emploie couramment dans l'enseignement des Facultés, quels sont les traits

principaux qui la distinguent de la notation en équivalents, et comment on peut facilement traduire dans le langage des équivalentistes une équation donnée en notation atomique. Mais, en même temps, élargissant un peu le cadre de son sujet, il fournit aux partisans de la notation atomique le moyen de déchiffrer les ouvrages écrits en équivalents.

L'auteur débute par un exposé de la notation atomique, exposé fait indépendamment de toute hypothèse sur la constitution intime de la matière : conventions et définitions fondamentales, molécules, atomes, poids moléculaires, poids atomiques, détermination des poids moléculaires et des poids atomiques, méthode des densités de vapeur, analogies dans les propriétés chimiques, isomorphisme, méthode cryoscopique de Raoult, méthode des chaleurs spécifiques, — atomicité, valence.

Alors seulement vient l'hypothèse atomique; M. Lenoble montre comment elle permet d'interpréter simplement les faits d'ordre purement expérimental qui sont à la base du système de notation atomique.

A ce système, l'auteur oppose la théorie dualistique et le système des équivalents, qu'il fait suivre de quelques mots sur le système de notation particulier à M. Berthelot et à son école.

De ce double exposé il est facile de déduire, avec M. Lenoble, comment on peut transformer une formule donnée en notation atomique, en formule écrite en équivalents, et quels sont les traits principaux qui différencient les deux théories.

L'exposition est claire et précise; les détails ne sont pas omis, sans cependant être trop longuement développés; des exemples généralement simples, bien choisis, parfois très nombreux (formules de constitution), concrétisent les lois et les considérations plus abstraites.

Peut-être serions-nous tenté de reprocher à M. Lenoble de laisser voir parfois encore trop de sympathie pour l'ancienne notation; mais, certes, notre appréciation ne serait pas partagée par le public auquel il s'adresse plus spécialement.

Peut-être aussi pourrait-on contester à l'auteur certains des avantages qu'il attribue à la notation des équivalentistes, comme lui étant exclusivement propres. Sans doute, aujourd'hui, pratiquement équivalents et théorie dualistique se confondent, les partisans de cette théorie écrivant presque tous en équivalents; il n'en est pas moins vrai pourtant qu'au point de vue purement théorique, l'identification n'est pas complète; il est tel détail de la théorie dualistique dont la connexion avec la notation en

équivalents n'est pas tellement intime qu'on ne le puisse admettre sans contradiction, tout en demeurant partisan du système de notation atomique. Ce qu'on demande depuis si longtemps aux chimistes français, c'est, sans doute, par voie de conséquence, l'abandon de la théorie dualistique dans ses grandes lignes, mais c'est, avant tout et par-dessus tout, l'abandon de la notation en équivalents.

Peut-être enfin pourrait-on regretter que M. Lenoble n'ait pas fait ressortir autant qu'on eût pu le désirer tous les avantages du système des poids atomiques, surtout celui d'être, bien plus que le système des équivalents, susceptible d'une définition relativement précise et de mettre bien mieux en évidence les relations remarquables entre les propriétés physiques des corps et les rapports suivant lesquels ils se combinent. Ne l'oublions pourtant pas : c'est beaucoup déjà d'avoir eu le courage de faire, sur l'autel de la concorde, le sacrifice d'un système dont le grand mérite actuellement est d'être français. Au reste, M. Lenoble écrit d'expérience, et avant de reconnaître les avantages d'un système, il faut l'avoir longtemps pratiqué. Enfin, n'y a-t-il pas là de pures condescendances à l'esprit national, et ne faut-il pas voir la vraie pensée de l'auteur dans quelques mots de sa préface ? " Depuis quelque temps, dit-il, l'enseignement de la théorie atomique en chimie tend à se substituer partout à celui de la théorie dualistique. Cela tient à diverses causes, notamment à l'autorisation donnée par le Ministre de l'Instruction publique d'enseigner la nouvelle théorie dans les établissements d'enseignement secondaire. *Autoriser cet enseignement, c'était le conseiller ;* aussi, de tous côtés s'est-on empressé à adopter la notation atomique. "

Avec ces remarques, le livre de M. Lenoble sera, nous n'en doutons pas, aussi bien venu en Belgique que, tel qui est, il sera favorablement reçu en France. Nous lui souhaitons volontiers plein succès ; bien exposer la théorie atomique, c'est la faire accepter par qui sait se débarrasser des idées préconçues.

FERN. GOOSSENS, S. J.

## IV.

L'ÉCOLE PRATIQUE DE PHYSIQUE. *Cours élémentaire de manipulations de physique,* à l'usage des candidats aux écoles et au certificat des études physiques et naturelles, par AIMÉ WITZ,

docteur ès sciences, ingénieur des arts et manufactures, professeur aux Facultés catholiques de Lille. Deuxième édition, revue et augmentée. — Un vol. in-8° de IX-218 pp. — Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1895.

Ce n'est qu'une partie de son bel ouvrage de 1883 que M. Aimé Witz offre aujourd'hui pour la seconde fois au public. Pourquoi le scinder de la sorte ? Son but, l'auteur nous le déclare lui-même, a été de rendre le livre plus maniable. La première édition était un cours de manipulations de physique préparatoire à la licence ; la partie éditée actuellement est destinée aux candidats aux Écoles. Un autre volume, répondant aux exigences de l'enseignement supérieur et contenant un cours préparatoire aux épreuves de la licence, est déjà sous presse. Ces deux volumes réunis formeront la seconde édition de l'ouvrage de 1883.

M. Witz termine sa préface par ces mots : " Nous avons surtout cherché à être utile. „ Nous croyons pouvoir dire que l'auteur a parfaitement atteint son but. Bref, clair, précis dans son exposé, l'auteur se garde bien de se charger d'un bagage inutile d'érudition. Il n'indiquera pas douze manières de faire une manipulation : il se contentera, le plus souvent, d'exposer un seul procédé excellent et toujours appliquable. N'oublions pas que le livre est un cours *pratique* de manipulations. Qu'arrive-t-il lorsqu'on enseigne à l'élève plusieurs méthodes ? Il suit tantôt l'une, tantôt l'autre, d'après le caprice ; et, ainsi, jamais il n'acquerra la dextérité que seule la répétition fréquente du même exercice lui pourrait donner.

Un mot du système d'exposition de M. Witz. Il nous paraît fort bon.

Autant que la matière le permet, chaque manipulation est divisée en quatre parties. Dans la première, l'auteur rappelle succinctement la théorie. But de l'opération, formules à employer, le tout est exposé en quelques mots, très suffisants pour ceux qui, d'ailleurs, ont suivi un cours de physique. Vient alors la description de l'instrument à employer, description accompagnée de recommandations pratiques, où se révèle l'homme rompu à tous les procédés du laboratoire. Dans une troisième partie, qui porte le titre significatif de " Manuel opératoire „, l'élève apprend la manière dont il se servira de l'instrument décrit plus haut. C'est ici surtout que le livre de M. Witz devient précieux. Précautions à prendre pour que l'opération réussisse parfaitement, manière de remédier à ce qui pourrait entraver le

fonctionnement des appareils, soins à donner aux instruments pour qu'ils ne se détériorent pas, le tout est indiqué avec cette précision dont celui-là seul est capable qui a longtemps été au contact des élèves. Enfin l'auteur termine l'article soit en indiquant quelques résultats obtenus, soit en proposant quelque exercice à faire.

Nous n'avons pas à parler de la division du livre lui-même. Elle est celle de la première édition. Qu'on n'aille pas croire cependant que M. Witz ne nous offre qu'une vulgaire transcription de quelques parties de son ouvrage de 1883. Une simple inspection de la table des matières justifierait déjà l'inscription : " Deuxième édition, revue et augmentée ".

En terminant ce rapide compte rendu, nous ne pouvons nous empêcher de formuler un vœu : c'est de voir paraître prochainement la seconde partie de l'ouvrage de M. Witz, ornée de toutes les qualités qui brillent dans la première.

A. G.

## V.

CHOIX DE FOSSILES CARACTÉRISTIQUES DES DÉPÔTS SÉDIMENTAIRES, *à l'usage des étudiants en géologie et des ingénieurs des mines*, par JULIEN FRAIPONT, professeur à la Faculté des sciences et à la Faculté technique (École spéciale des Mines) de l'Université de Liège. — 1 vol. in-12, contenant 36 planches. — Liège, Vaillant-Carmanne, 1895.

On sait les services qu'a rendus la méthode intuitive. Depuis quelques années, l'enseignement des sciences en particulier lui doit d'incalculables progrès. Grâce au nombre et au perfectionnement continuel des procédés typographiques, on est parvenu à mettre des ouvrages illustrés à portée de toutes les bourses.

Faut-il nous en féliciter complètement ? Toute médaille a son revers. Ces facilités mêmes données à l'instruction ne sont-elles pas cause d'une notable diminution dans le travail ? Nous ne sentons plus comme les étudiants d'autrefois la nécessité de ces efforts généreux, utiles tant aux caractères qu'aux esprits. Peut-être alors avait-on moins de notions, mais on les possédait à raison même des peines qu'on s'était données pour les acquérir. Actuellement on enseigne une foule de choses à l'étudiant, et trop souvent il ne lui en reste qu'une connaissance superficielle.

Quoi qu'il en soit, mieux vaut s'accommoder au courant,

tâcher d'en tirer bon parti, que de jouer le rôle de personnage grincheux et inutile, celui du *laudator temporis acti*.

Le livre qui nous occupe manquait à la littérature géologique. Il s'agissait de mettre à la disposition des étudiants et des amateurs, pour un prix modique et sous un format maniable, de bonnes reproductions des fossiles caractérisques des terrains sédimentaires. M. Julien Fraipont, professeur à l'Université de Liège, récemment nommé membre correspondant de l'Académie de Belgique, vient de répondre heureusement à ce *desideratum*.

Nous sommes heureux de saluer l'apparition du manuel, qui donnera sans doute un élan nouveau à l'étude et aux recherches paléontologiques. Le nom seul de l'auteur est une recommandation pour le livre. Il faut qu'il soit utile pour qu'un savant comme M. Fraipont n'ait pas dédaigné d'y consacrer les longues heures que réclame pareil travail.

On en jugera en parcourant les 26 planches qui portent les dessins de 260 espèces fossiles. Les figures sont nettes et exactes, le soin et la simplicité caractérisent l'exécution de tout l'ouvrage.

Il contient trois tableaux synoptiques, qui donnent respectivement la classification des dépôts sédimentaires, du règne végétal et du règne animal. Puis vient l'explication détaillée (1) des planches, et enfin les planches elles-mêmes.

La tâche du critique ne peut, hélas ! se borner à des éloges. Les réflexions aident d'aucune fois les auteurs à perfectionner leurs œuvres.

" On a souvent besoin d'un plus petit que soi ! "

Remarquons d'abord, pour la disposition générale de l'ouvrage, qu'elle serait bien plus pratique si chaque planche avait son texte en regard, quitte à mettre une table, voire même un index alphabétique à la fin.

A propos du texte, il nous semble que certaines planches auraient pu recevoir un en-tête plus logique. Ainsi les planches XVII et XXI portent : *Céphalopodes*, tandis que XVIII, XIX et XX, les trois intermédiaires, portent : *Ammonites*. Les Ammonites ne sont-elles pas des Céphalopodes ? Plus d'un étudiant pourrait se le demander. Le même doute lui viendra pour les *Brachiopodes* (XXII), suivis des *Spirifères* (XXIII), des *Productus* (XXIV), des *Rhynchonelles* et *Térébratules* (XXV). Ce sont des cas où un sous-titre semble s'imposer.

(1) Il y a des figures oubliées dans l'explication aux pl. I, XVII et XXVI.

Pour les observations de détail, on nous permettra de nous en tenir surtout à la partie végétale, qui nous est plus familière. Nous y rencontrerons d'ailleurs la plupart des imperfections à signaler.

Les plantes reproduites commencent avec le houiller et finissent avec le trias. Est-ce didactique ? Nous voulons bien que le houiller ait droit à une place d'honneur; mais encore ne peut-il pas avoir l'air de réclamer la part du lion. L'*Oldhamia*, le *Glossopteris*, le *Liquidambar*, le *Sabal*, etc. etc., auraient heureusement rappelé les différentes époques que ces plantes caractérisent.

En voulant se restreindre, on risque parfois de fausser quelque peu certaines notions.

Le houiller occupe trois planches, qui ne contiennent pas une *Cordaïtes*, pas une *Stigmaria* ! La valeur stratigraphique de ces végétaux est cependant au moins aussi grande que celle du *Mariopteris* (?) qui ne porte pas de nom (pl. I. fig. 7 et 8).

Au point de vue géologique, l'examen du manuel peut donc faire croire à l'étudiant qu'il n'y a de végétaux fossiles que du milieu de l'ère primaire jusqu'au début de la secondaire. Au point de vue paléontologique, il sera tenté de croire que les époques géologiques ne connurent ni les végétaux inférieurs ni les phanérogames.

N'aurait-il pas mieux valu de donner une seule planche de houiller et d'accorder droit de cité aux autres époques ?

Malheureusement aussi la qualité ne rachète pas entièrement la quantité. Il nous reste à relever plusieurs erreurs de détail.

La nomenclature a ses règles, qu'il ne faut pas méconnaître, au risque de ne se faire comprendre qu'à demi.

Pl. I, fig. 1. *Alethopteris lonchitica* (non Sch.), Schloth. sp.

Fig. 2. *Nevropteris* (non *Cyclopteris*) *flexuosa* (non Brongt.), Sternb.

Pl. II, fig. 4. *Asterophyllites equisetiformis* (non Brongt.), Schloth. sp.

Fig. 5. *Annularia sphenophylloïdes*, Zenk. sp.

Fig. 6. *Sphenophyllum* (non *Schlotheimi*) *emarginatum*, Brongt.

Pl. III, fig. 5. *Lepidodendron* (non *Sternbergi*, Brongt.) *aculeatum*, Sternb.

Fig. 6. *Lepidodendron* (non *elegans*, Brongt.) *lycopodioïdes*, Sternb.

Quant à la fidélité des reproductions, elle n'est pas absolument irréprochable.

Pl. I. Si la fig. 2 rappelle assez bien le *Nevropteris flexuosa*, la fig. 3 répond plutôt au *N. gigantea*, Sternb. Des deux fig. 5 et 6, il n'y a que la dernière qui corresponde au *Sphenopteris obtusiloba*, Brongt.

Pl. II. Il est vrai que les dents arrondies caractérisent le *Sphenophyllum emarginatum*, Brongt., mais encore faut-il que l'arrondissement ne les lui enlève pas. De plus, est-il plausible de considérer cette plante comme appartenant aux Calamariées ?

Pl. III. Une erreur assez explicable a fait donner le nom de la fig. 2 à la fig. 3, et réciproquement. Nous ne pensons pas que la cicatrice foliaire du *Sigillaria tessellata*, Brongt. puisse se réduire à une trace circulaire (1).

La dernière figure doit représenter le *Lepidodendron lycopodioïdes*, Sternb., mais plusieurs détails font songer au *L. ophiurus*, Brongt. sp.

Les spécimens de reconstitution que portent les premières planches font désirer quelque indication sur les rapports de grandeur qui existent entre les diverses figures et la réalité. Ce renseignement serait même utile en général ; ainsi pl. XVI, la fig. 10 représente la *Natica patula*, Lam., et la fig. 11 la *Rostellaria macroptera*, Lam. ; ne dirait-on pas que ces deux coquilles sont de même taille ? Il y a là de quoi dérouter l'étudiant.

Si nous signalons ces imperfections, c'est que nous voudrions trouver dans la prochaine édition une œuvre parfaite. D'ailleurs, malgré ses quelques taches, le livre de M. Fraipont ne laissera pas d'être dès à présent d'une grande utilité.

G. SCHMITZ, S. J.

## VI.

ESSAI DE PALÉOGÉOGRAPHIE. RESTAURATION DES CONTOURS DES MERS ANCIENNES EN FRANCE ET DANS LES PAYS VOISINS, par F. CANU, membre de la Société géologique de France. — 1 vol. grand in-8°, avec atlas comptant 57 planches. — Paris, Deyrolle, 1895.

La préface de ce livre renchérit encore en modestie sur le titre. Voyons plutôt : " Le texte est une ébauche. L'atlas est un

(1) Von Zittel, *Traité de paléontologie végétale*, fig. 145 et 146.

essai. Il ne faut pas l'oublier. Dans les circonstances présentes, nous ne pouvions mieux. Nous n'avons eu ni guide, ni modèle. Nous n'avons aucune prétention. „

Nous ne pouvons que féliciter l'auteur d'avoir envisagé son œuvre sous un jour aussi vrai. Seulement, et ce sera notre conclusion, nous inclinons à croire qu'il aurait mieux valu attendre encore et laisser mûrir davantage le projet d'étude.

Tout notre regret sera de ne pouvoir pas prodiguer les éloges à l'auteur. Il y en a un, cependant, qu'il mérite, et que nous nous empressons de lui adresser. L'ouvrage témoigne de beaucoup de travail et de nombreuses recherches. Il faut aussi un courage assez désintéressé pour hasarder un premier pas dans une branche nouvelle de la science, surtout quand ce pas est en même temps une entrée dans le monde ; car les travaux de M. Canu n'ont pas encore de notoriété en géologie.

La première remarque tombera sur la forme même dont l'auteur a fait choix pour la rédaction. Ce sont tous petits alinéas, composés de phrases courtes et peu liées entre elles. Autant de phrases, autant de sentences. L'écrivain s'expose ainsi à rester facilement incompris et à lasser vite le lecteur.

Comme exemple, cilons les *Principes météorologiques* (p. 29, nos 148 à 150) :

“ 148. — Au-dessus d'une moyenne annuelle de 15° (jamais de neige en hiver), les isothermes se relèvent vers le pôle dans l'axe des continents, et s'abaissent vers l'équateur dans la traversée (?) des océans.

„ 149. — Au-dessous d'une moyenne annuelle de 15° (neige en hiver), les isothermes se relèvent vers le pôle dans l'axe des océans et s'abaissent vers l'équateur dans l'axe des continents.

„ 150. — Un massif de haut relief agit comme réfrigérant. Dans son voisinage, les isothermes s'infléchissent vers l'équateur.„

Ajoutons à cela l'emploi de locutions d'usage peu courant et manquant d'explication. Ainsi que veut dire : “ Tout rivage en *in* forme une courbe bathymétrique de la mer en *on* précédente?„ (P. 30, n° 153.)

L'ouvrage contient un grand nombre de tableaux qui pourraient être précieux. Mais la rédaction trop briève et le mécanisme difficile en rendent l'étude pénible.

Il est fort regrettable que M. Canu affectionne tant le style haché. L'usage en est si continuel qu'involontairement — pardon pour la comparaison — on croit avoir sous les yeux un recueil de rébus.

Sans doute, beaucoup de notions très intéressantes se trouvent éparses dans le volume, mais le courage manque pour les chercher. Pourquoi n'avoir pas donné deux et trois fois plus d'extension à l'ouvrage ? Il y aurait au moins possibilité de s'approprier nettement les idées et de les discuter au besoin.

Nous n'en sommes pas encore en science à admettre tout sous bénéfice d'inventaire. Aussi, dans une pareille œuvre, qui suppose une vaste compilation, faudrait-il à chaque pas des références précises.

L'examen détaillé de l'*Essai* dépasse le cadre d'une analyse. Il faudrait plus de pages que n'en compte le livre et au moins autant de labeur qu'il en a exigé.

Touchons un point qui, selon nous, est capital. L'auteur fait abstraction entière des phénomènes éruptifs, de quelque période qu'ils soient, et avoue son " ignorance " touchant l'époque primaire.

Ce fondement était cependant indispensable. L'auteur ne peut même pas, à notre avis, présenter son travail comme " une base " pour ses successeurs. L'édifice scientifique, pas plus que les autres, ne se bâtit en commençant par le sommet.

Le point de départ devait être le début de l'ère primaire. Les études micrographiques ont daté de ce moment plusieurs actions volcaniques. Ces indices combinés avec ceux des sédiments des premiers âges, voilà la base du travail.

Si la science n'était pas assez avancée pour fournir cette base à l'heure présente, il ne restait qu'à aider généreusement à son progrès. Avant d'en être arrivé là, il était chanceux de commencer.

A défaut de ce fondement, M. Canu est parti, pour le tracé de ses cartes, de ce qu'il appelle le *principe des affleurements extrêmes* : " Tout contour paleogeographique derive de la ligne des affleurements extrêmes. " (P. 29, n° 151.)

Ce principe semble tenir peu compte des mouvements postérieurs au dépôt et surtout de l'œuvre gigantesque des érosions. Suivre un guide pareil, c'est grandement s'exposer à fausser compagnie à la réalité.

L'auteur a d'ailleurs pressenti le danger : il l'a même vu, mais sans se défendre assez de son atteinte.

" Les cartes géologiques, dit-il, sont actuellement très précieuses en paleogéographie. La limite extrême des affleurements est souvent prise comme contour définitif. Ce n'est ni rigoureux ni exact, mais elle constitue une base provisoire et féconde. Il est toujours facile de la modifier selon les données

de l'observation. Les contours définitifs peuvent alors être *très différents*. „ (P. 29, § 18.)

Une idée heureuse se trouve exprimée sous la rubrique : *Notations* ( p. 66, §. 137). Ne serait-il pas désirable que les ouvrages de géologie, les cartes surtout, préparassent les synthèses paléogéographiques ? Il faudrait à cet effet signaler dans les descriptions des sédiments s'ils dénotent une formation marine ou fluviatile, lagunaire ou d'eau profonde. Ces points acquis à la science pourraient fort heureusement être marqués sur les cartes géologiques ; un petit indice y suffirait :

*mc*. . . . marin côtier
*mp*. . . . marin pélagique
*l*. . . . lacustre
*fl*. . . . fluvio-lacustre, etc.

Nous félicitons encore une fois M. Canu de s'être imposé un si grand labeur pour produire une nouvelle œuvre scientifique. Mais nous regrettons vivement qu'une précipitation trop grande, mise à réaliser son travail, ne nous permette pas de lui donner tous les éloges que nous désirerions.

G. S., S. J.

## VII.

FLORA OF THE OUTLYING CARBONIFEROUS BASINS OF SOUTHWESTERN MISSOURI, by DAVID WHITE. *Bulletin of the United States Geological Survey*, n° 98. — 1 vol. in-8°, 139 pp. et 5 planches. — Washington, Government Printing Office.

Il n'y a pas en Amérique que les grands bassins houillers de l'Est. Au delà du Mississipi, on en compte plusieurs. Si l'on en parle moins, c'est qu'ils ne se raccordent pas entre eux pour former un vaste centre industriel.

Dans le n° 98 du Bulletin de la Commission géologique des États-Unis, M. David White décrit la flore houillère de la région sud-ouest du Missouri.

L'auteur signale au début de ce travail les intérêts divers qui se rattachent à son étude.

Elle aide à déterminer l'âge de formation des minerais de zinc

et de plomb en rapport de gisement avec le houiller. Car il n'est guère douteux que le dépôt de ce dernier ne leur soit antérieur.

La flore fixe l'époque où se serait effectuée la sédimentation houillère, au *Lower-Coal-Measures* des géologues américains, ce qui correspond aux étages supérieurs de notre Westphalien.

Les Fougères, et parmi elles les Névroptéridées, abondent surtout. Il faut signaler en outre des Cordaïtées et quelques Calamariées. Mais ce qui est remarquable, c'est l'absence presque totale des Lycopodinées.

Cet ensemble de végétaux et leur état de conservation, joints aux conditions d'altitude du gisement, engagent l'auteur à y voir les témoins d'un régime plutôt continental; opinion qui s'affermit en comparant cette flore avec celle des bassins, sans doute plus marécageux, du Kansas ou du nord du Missouri.

M. White a doté la paléontologie de quatre espèces nouvelles : *Sphenopteris Lacoei*, *Pecopteris (Asterotheca) Lesquereuxi*, *Nevropteris Jenneyi* et *N. caudata*. Espérons que ces espèces sont créées d'après des documents suffisants, car le meilleur de nos efforts doit tendre à simplifier la nomenclature. En tout cas, le doute ne peut exister pour le *N. caudata*, singulière espèce où le limbe de chaque pinnule prend à la base une expansion pointue.

En finissant, nous croyons bon de remarquer que les raisons pour lesquelles l'auteur rattache les *Sphenophyllum* aux Calamariées ne sont pas très convaincantes. Une question aussi discutée et aussi discutable ne peut être tranchée que par des preuves évidentes.

G. Schmitz, S. J.

## VIII.

Ethnology. In two parts: I. Fondamental Ethnical Problems. II. The Primary Ethnical Groups, by A. H. Keane, F. R. G. S., late Vice-Pres. Anthrop. Institute, Corres. Member Italian and Washington Anthrop. Societies; late Professor of Hindustani, University Coll. London. — Cambridge, at the University Press, 1896. — 1 vol. in.12°, pp. xxvi-442, avec nombreuses illustrations dans le texte.

L'étude des populations si diverses qui habitent la terre a fait en ce siècle d'immenses progrès. Alors qu'il y a cent ans, bon

nombre de peuples, de races et de nations étaient totalement inconnus, même de nom, il ne reste aujourd'hui, croyons-nous, guère de tribu, si mince soit-elle, à découvrir. Non seulement ces recherches ont porté sur les peuples actuellement existants, mais on a fait revivre les races éteintes, les nationalités disparues, et l'enquête ethnographique s'est étendue jusqu'à ces premiers hommes dont il reste dans nos musées à peine quelques ossements épars.

Les éléments ne faisaient donc pas défaut pour écrire un traité complet et systématique d'ethnologie, et pour cette science, comme pour bien d'autres, on peut redire, avec M. Keane, le mot de M. de Lapparent : " L'heure des grandes synthèses a déjà sonné ".

Ce n'est pas à dire que ceux qui désiraient s'initier aux intéressants problèmes de l'ethnographie fussent complètement dépourvus de guides sur ce terrain relativement nouveau de la science. Les noms de Prichard, Latham, Tylor, John Lubbock, Boyd Dawkins et Brinton en Angleterre, ceux de Virchow, Bastian, Waitz, Kollmann en Allemagne, les travaux de Broca, Topinard, de Quatrefages et Hamy en France, sans compter ceux de plusieurs savants suédois et italiens comme Retzius, Worsaae, Montelius, Montegazza, Giglioli et Sergi, sont intimement liés aux progrès des études ethnologiques de ces derniers temps. Néanmoins, on se sentait encore embarrassé de répondre quand on demandait quel était le meilleur manuel d'ethnographie.

Et maintenant? Signalerons-nous avec pareille recommandation l'ouvrage de M. Keane? Ce serait peut-être lui accorder plus qu'il n'ambitionne lui-même. En tout cas, son livre est destiné, nous en avons la conviction intime après l'avoir lu, à rendre de grands services aux ethnologues. La forme en est nette, très didactique, les théories franchement accentuées. M. Keane estime, et nous approuvons cette attitude, que dans un ouvrage appelé comme le sien à guider les débutants dans une science nouvelle pour eux, il faut enseigner une doctrine et ne pas se contenter d'exposer une série d'opinions souvent contradictoires. Voilà pourquoi, sur la plupart des questions, M. Keane a pris franchement position. Presque toujours, nous tenons à le constater, sauf en certains cas peu nombreux du reste que nous relèverons, cette position est celle que la science la plus informée justifie, la seule même que celle-ci puisse revendiquer.

Mais nous ne pouvons pas nous contenter de ces appréciations générales, il faut pénétrer plus avant dans l'analyse de l'œuvre de M. Keane.

Le traité d'ethnologie de M. Keane est divisé en deux parties nettement distinctes, dont la première, intitulée *Fondamental Problems,* ressortit plutôt à l'anthropologie. La deuxième, *The Primary Ethnical Groups,* répond plus directement à l'objet propre de l'ouvrage. C'est aussi sur cette partie que nous insisterons davantage. Toutefois nous ne pouvons pas négliger la première, d'autant plus que là surtout il nous paraît nécessaire de formuler certaines réserves.

Dans le premier chapitre, l'auteur définit les principaux termes du vocabulaire ethnographique. Nous avons couru avec empressement à la page qui s'occupe du mot *race,* comptant bien trouver enfin une notion exacte de ce terme demeuré jusqu'à présent si élastique sous la plume des ethnographes. Vain espoir! M. Keane constate, une fois de plus, le caractère relatif de cette expression, mais il semble avoir renoncé à la préciser lui-même.

Les deux chapitres suivants sont consacrés à l'évolution physique et mentale de l'homme. Sur le premier point, les vues de M. Keane sont intéressantes à signaler. Après avoir nettement marqué les différences considérables qui, au point de vue physique, séparent l'homme du singe, il conclut en ces termes : " Il n'est pas possible de faire dériver en droite ligne l'homme d'un des singes anthropoïdes actuellement existants (1). „ N'allez pas croire pourtant que M. Keane va conclure à la création de l'homme. Malgré l'impossibilité franchement avouée de la science de tracer actuellement la généalogie de la race humaine, il n'en fait pas moins appel à l'évolution pour expliquer son apparition sur la terre. La théorie de la création, qu'il traite assez dédaigneusement de dogmatisme sans critique, et dont il regrette la trop longue usurpation, lui paraît de tous point inadéquate. Elle est à ses yeux impuissante à rendre compte du fait des organes rudimentaires et de la diversité si grande qui se manifeste dans les nombreux types humains. Il rappelle à ce sujet le mot d'Huxley, qui déclare l'abîme entre l'homme civilisé et le sauvage plus infranchissable que celui qui sépare le sauvage des singes les plus élevés (2). Nous ne saurions nous rallier à cette manière de voir. En ce qui concerne le dernier point, M. Keane

(1) " Faire dériver „ est dans le texte anglais " *ascend* „, et en note M. Keane fait remarquer qu'il écrit à dessein *ascend* et non *descend,* rappelant à ce propos, trop gravement nous paraît-il, la boutade célèbre de Broca : " J'aimerais mieux être un singe perfectionné qu'un Adam dégénéré „.

(2) *Man's Place in Nature,* p. 78.

nous semble exagérer considérablement la portée des divergences constatées entre les diverses races humaines, et nous ne voyons pas trop comment il pourrait échapper au reproche de contradiction avec lui-même, puisque plus loin (1) il conclut, avec Blumenbach, en faveur du monogénisme, et qu'il fait sienne la remarque de cet anthropologiste quand il dit qu'il est à peine possible de définir les limites des diverses populations du globe, quand on les compare les unes avec les autres. Sans doute, du Nègre au Blanc, il y a une divergence sensible, mais on passe de l'un à l'autre par des intermédiaires difficiles à distinguer entre eux. Quant à la question des organes rudimentaires, si l'on n'en a point encore fourni d'explication absolument satisfaisante, on ne voit pas non plus d'autre part qu'elle oppose une irréductible objection au dogme de la création.

Toutefois M. Keane ne rejette que la création de l'homme ; il est de l'école de Lamarck qui, tout en reconnaissant que " rien n'existe que par la volonté du Sublime Auteur de toutes choses ", incline à penser que Dieu " a pu créer un ordre de choses qui donnât successivement l'existence à tout ce que nous voyons comme à tout ce qui existe et que nous ne connaissons pas ". De plus, M. Keane avoue qu'aucune découverte scientifique n'a, jusqu'à ce jour, révélé le véritable précurseur de l'homme, marquant le passage précis de l'espèce simienne à l'espèce humaine.

M. Keane assigne à l'apparition de l'homme sur la terre une date très reculée, 500 000 ans environ, puisqu'il place cette apparition entre les deux périodes glaciaires. Ces évaluations, dont la base manque absolument de contrôle, nous laissent bien sceptique.

Dans les chapitres V et VI, nous avons un catalogue fort complet des races humaines aux époques paléolithique et néolithique. Avec une rare patience, M. Keane a relevé tous les vestiges qui nous restent de ces races disparues.

Nous recommandons vivement la lecture attentive et l'étude du chapitre VIII, qui s'occupe de l'unité spécifique des races humaines. M. Keane prend carrément parti pour le monogénisme ; il réfute vigoureusement les adversaires de cette doctrine et faire valoir solidement les preuves qui militent en faveur de l'unité de la race humaine.

Néanmoins, il n'est pas aisé d'établir une classification ethnologique. Quel en sera le critère ? La couleur, la forme des cheveux, la structure crânienne, l'indice céphalique, le gnathisme,

(1) Pp. 160, 161.

l'indice facial, la dentition, l'indice nasal, le facies, la taille, le langage, les conditions sociales, la religion? Assurément, à tous ces points de vues, les races et les peuples diffèrent, mais il ne semble pas possible de prendre un seul de ces critères comme caractère de race. M. Keane examine l'un après l'autre ces divers critères, il en précise la valeur et l'influence avec grande sagacité, et ce chapitre encore est un des meilleurs du livre.

Toutefois M. Keane, faute de mieux, s'en tient à la division de l'humanité en quatre groupes principaux, l'*Homo Aethiopicus, Mongolicus, Caucasicus.* Avant d'aborder l'étude détaillée de chacun de ces groupes, il esquisse quelques considérations générales sur les centres d'évolution de ces groupes, leur distribution géographique, leurs caractères physiques et intellectuels.

Au sujet du premier berceau de l'humanité, M. Keane émet une opinion curieuse, en tous cas nouvelle. Pour lui, l'homme aurait vu le jour dans la région indo-australe, aujourd'hui submergée par l'océan Indien. Il ne se contente pas d'énoncer cette opinion, il essaie de la démontrer, et voici les principales preuves qu'il apporte. La région indo-australe est le pays d'origine des lémuriens, et nous avons vu plus haut que M. Keane ne démord par de la descendance — pardon, de l'ascendance — simienne de l'homme. Seconde preuve : c'est en Afrique et en Australie que se retrouvent le plus fréquemment les traits que Quatrefages attribuait à l'homme primitif, comme quand il écrivait: " On est conduit à admettre comme probable que nos premiers ancêtres avaient la chevelure tirant sur la teinte rousse plus ou moins rougeâtre. Le pigment cutané, qui donne aux individus et aux races leur couleur caractéristique, examiné au microscope, présente toujours quelque chose de plus ou moins jaune (1). " Ces arguments, faut-il le dire, ne nous paraissent pas convaincants. En particulier, pour ce qui concerne le dernier, Quatrefages en avait inféré que le berceau de l'humanité primitive fut l'Asie centrale.

La suite de l'ouvrage de M. Keane, où il examine successivement l'ethnologie des quatre grandes races humaines dont nous avons parlé, se prête plus difficilement à l'analyse. Nous nous contenterons de signaler quelques points. En ce qni concerne l'*Homo Aethiopicus,* l'auteur reproduit fidèlement les opinions courantes sur les Bantous, les Pygmées d'Afrique et d'Océanie, les Polynésiens, les Australiens. Pour ces derniers cependant, il

(1) *Introduction à l'étude des races humaines,* p. 156.

nous semble qu'avant de conclure aussi aisément que le fait M. Keane à l'existence de plusieurs races en Australie, il aurait dû tenir compte des recherches de M. Hamy qui conclut à l'unité ethnique des populations australiennes (1).

Dans le chapitre consacré à l'*Homo Mongolicus*, on remarquera sans doute la place faite dans le groupe aux Malais et aux Malgaches. C'est, croyons-nous, la première fois que les Malais sont rattachés à la race mongolique. Du reste, M. Keane apporte à la démonstration de cette théorie des observations très suggestives, sinon pleinement convaincantes.

L'*Homo Americanus* est aussi un type spécial d'un ancêtre mongol, mais cette spécialisation s'est opérée dès l'époque paléolithique et néolithique. Aussi le type américain est-il assez uniforme. Au contraire, leurs langues, malgré un caractère polysynthétique commun, sont extrêmement nombreuses. Comment l'Amérique a-t-elle été peuplée ? Cette question est la plus intéressante de toutes celles que soulève le nouveau monde au milieu de tant d'autres mystères. M. Keane admet un double courant d'immigration : le premier, à l'époque paléolithique, est arrivé d'Europe ; le second, pendant la période néolithique, est arrivé d'Asie. Les Botocudos, les Patagoniens et les Yahgans de la Terre de Feu au sud, les Esquimaux au nord représentent aujourd'hui la première couche des populations américaines, celle qui, d'après M. Keane, se serait déposée aux âges paléolithiques.

Dans le groupe caucasique, M. Keane place la race préhistorique de Cro-Magnon, les Basques, les Ibéro-Berbères, les Égyptiens, les Sémites et les Aryas. C'est au nord de l'Afrique, qui devait, à l'époque de la pierre, être réunie à l'Europe, que M. Keane place le berceau de l'*Homo Caucasicus*. Il faut bien avouer que, surtout en ce qui concerne les Sémites, cette thèse n'est pas universellement admise, et que leur origine asiatique semble même plus vraisemblable.

Comme on le pense bien, M. Keane consacre une grande partie du chapitre intitulé *Homo Caucasicus* à la question aryenne. Il la pose très nettement et la dégage habilement des confusions dont elle a été longtemps la victime. Après avoir exposé, surtout d'après M. Schrader (2), la thèse de l'origine européenne des Aryas, il croit pouvoir concilier toutes les données fournies par leur histoire primitive en les faisant originaires de la région

(1) Revue d'ethnographie, 1885.
(2) Voir Revue des questions scientifiques, t. XV, pp. 284 et suiv.

connue aujourd'hui sous le nom de gouvernement d'Orenbourg. Sans chercher à esquisser le vrai portrait de l'Arya primitif, problème qu'il regarde comme insoluble, M. Keane croit pourtant qu'ils formaient une population à cheveux blonds et à crâne dolichocéphale.

L'ouvrage de M. Keane se termine par une note sur les Dravidiens de l'Inde et les Ainos du Japon. Il est malaisé de définir le caractère ethnique des Dravidiens. Ce ne sont ni des Noirs ni des Mongols ; toutefois, parmi eux, les Todas des monts Nilghéri, quoique Dravidiens par la langue, doivent être rattachés par leurs caractères physiques à la race caucasique. Il en est de même des Ainos.

L'index très développé, qui se trouve à la fin du livre de M. Keane, en fera un manuel commode que l'on consultera souvent et avec fruit. Ajoutons que l'exécution matérielle de l'ouvrage fait le plus grand honneur aux presses de l'Université de Cambridge. Les illustrations sont choisies avec un rare discernement et la reproduction est des plus soignées.

J. VAN DEN GHEYN, S. J.

## IX.

SCIENCE CATHOLIQUE ET SAVANTS CATHOLIQUES, par le R. P. ZAHM, C. S. C., traduit de l'anglais par l'abbé J. FLAGEOLET, du diocèse d'Autun. — Un vol. in-12 de 316 pp. — 1895, Paris, Lethielleux.

BIBLE, SCIENCE ET FOI, par le R. P. ZAHM, C. S. C., traduit de l'anglais par le même. — Un vol. in-12 de 335 pp. — 1896, Paris, Lethielleux.

Le nom du R. P. Zahm est bien connu des lecteurs de ce recueil. Il n'ont pas oublié son remarquable mémoire sur la *Nécessité de développer les études scientifiques dans les séminaires ecclésiastiques,* lu au Congrès scientifique international des catholiques, à Bruxelles, en septembre 1894, et publié ici-même, livraison d'octobre 1894. Antérieurement, la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES avait mentionné (avril 1894, pp. 636 et 638) deux publications du savant auteur dans sa langue maternelle. L'une, petite brochure d'une soixantaine de pages, *Moses and Modern Science,* avait pour sujet ce qui constitue seule-

ment la première des trois parties dont se compose le second ouvrage indiqué ci-dessus ; l'autre, *Catholic Science and Catholic Scientists*, est le texte anglais du premier.

De sa traduction française nous n'aurions pas grand'chose à dire, après le compte rendu qu'a donné du texte anglais la livraison précitée d'avril 1894, si, d'une part, le traducteur n'avait, sur certain détail, complété l'auteur, et si, d'autre part, il ne nous paraissait utile de signaler quelques points de vue passés sous silence dans le compte rendu du texte anglais.

I. — Le détail où l'auteur est heureusement complété par le traducteur est celui de la fameuse question des *jours* de l'hexaméron. Le R. P. Zahm, dans l'historique des différents systèmes successivement adoptés pour expliquer le récit biblique de la création, s'arrête à la théorie des jours-*périodes* et ne va pas au delà. M. l'abbé Flageolet a eu l'heureuse inspiration d'indiquer, par une note suffisamment développée, que l'interprétation la plus récente, par les exégètes hébraïsants, donne au mot *yôm* la signification de *jour* dans le sens littéral et ordinaire, c'est-à-dire d'un espace de 24 heures. Aucun embarras n'en résulte d'ailleurs pour l'explication de la création et pour la durée des œuvres créatrices, attendu que les jours sont pris ici dans un sens purement symbolique, sans que l'auteur de la Genèse ait prétendu déterminer par là la durée des périodes de temps correspondantes. Toute liberté est donc laissée à la science humaine pour attribuer à la lente élaboration de l'univers les myriades de siècles qu'elle jugera nécessaires, le récit biblique ne s'occupant pas de cette question.

Un point de vue du livre du R. P. Zahm qui mérite d'être signalé, c'est celui de l'influence délétère et néfaste qu'à eue, sur la science et l'esprit scientifique, la prétendue Réforme du XVIe siècle. Comment la *libre-pensée* de nos jours est la fille légitime et directe du *libre-examen*, c'est ce que montre avec une parfaite clarté notre auteur. Et tandis que les Zwingle, les Luther, les Calvin et leurs émules jetaient les ferments de division et de désorganisation dont, avec le temps, se développent de plus en plus les funestes effets, c'étaient des religieux, des franciscains, des bénédictins, des dominicains, des jésuites, des augustiniens qui, dans l'extrême Asie, en Sibérie, en Tartarie, dans les Cordillères des Andes, comme au Mexique, au Canada, dans les solitudes du Far-West, propageaient, avec la religion et la morale du Christ, les notions et le goût de la connaissance

des merveilles de la nature. Il est peu de musées en Europe qui ne leur doivent quelques collections précieuses. Leurs successeurs au surplus ont continué ces traditions ; et, de nos jours encore, il n'est pas de pionniers plus zélés des sciences physiques et naturelles que nos prêtres et nos religieux dans tous les pays de mission,

Pendant ce temps, les principes posés par les prétendus Réformateurs aboutissent, de conséquence en conséquence, à des doctrines comme, par exemple, la *Nouvelle philosophie* d'Herbert Spencer, laquelle conclut logiquement et fatalement au matéralisme et à l'athéisme purs. On sait que cette désolante et dissolvante doctrine est devenue le dogme soi-disant philosophique de toute une école de savants. Et ce faux dogme, dominant leur esprit, influe, qu'ils le veuillent ou non, sur leurs conceptions et leurs théories, et les détourne d'une part importante de vérités.

Au sujet de ces savants, dont plusieurs sont de haut vol et de vaste envergure, notre docte auteur nous paraît faire preuve d'une grande indulgence en rangeant parmi eux le trop fameux Paul Bert ; ce sectaire haineux et violent à froid, très surfait comme savant, est bien plus renommé, et à bon droit, en raison de l'hostilité implacable qu'il a déployée contre toute religion durant sa carrière politique, qu'il ne saurait l'être pour des travaux scientifiques, après tout de peu de résultats.

Il est encore d'autres parties des écrits du très bienveillant auteur américain où il range, peut-être un peu trop facilement, parmi " les plus éminents de France ", des hommes d'une valeur incontestable assurément, mais dont le mérite ne s'élève pourtant pas jusqu'à un tel superlatif.

N'insistons pas davantage sur *Science catholique et savants catholiques*. Les lecteurs qui voudraient être renseignés plus complètement n'ont qu'à se reporter au compte rendu fait sur le texte anglais dans la REVUE d'avril 1894, p. 638. Nous nous associons aux éloges qu'il contient, tout en observant qu'il a été tenu compte, dans la traduction française, du vœu, exprimé par l'auteur du compte rendu, de voir une table des matières détaillée compléter " un livre si rempli de faits et de témoignages ".

II. — Passons à *Bible, Science et Foi*, le second et plus récent ouvrage du même auteur.

S'il est un sujet qui ne soit jamais épuisé, c'est bien celui

qu'indique ce titre. On ne compte plus les ouvrages écrits sur ces questions ; et cependant chacun d'eux arrive à son heure et accomplit une tâche utile. Les attaques, les objections cent fois réfutées des adversaires se renouvelant sans cesse, il faut bien que la réplique se multiplie de même et suive partout l'ennemi, pour lui opposer, sans se lasser jamais, la même invincible résistance.

L'unité de plan de cet ouvrage résulte de cette pensée : montrer l'harmonie ou tout au moins la non-opposition existant entre la vraie science et les données de l'Écriture sainte. Par ailleurs le livre offrirait plutôt une sorte de trilogie que le développement d'un sujet unique. Trois questions distinctes en forment les trois divisions : 1° *L'Hexaméron mosaïque* considéré à la double lumière de l'exégèse et de la science telles qu'elles se présentent de nos jours ; 2° *Le Déluge de Noé,* envisagé également à ce double point de vue ; 3° enfin *L'Antiquité de l'homme,* étudiée comparativement dans l'histoire, la préhistoire, la géologie et la chronologie biblique. Cette troisième partie n'occupe pas moins, à elle seule, de la moitié du volume.

Il ne faudrait pas chercher dans les développements de ces trois sujets des aperçus inédits et des théories nouvelles. Tel n'est pas le but que s'est proposé l'auteur. Ce qu'il a cherché à faire et à quoi il a, selon nous, convenablement réussi, c'est de grouper dans un petit nombre de pages, à l'usage de ses compatriotes, les vues, les opinions, les discussions qui se sont fait jour en Europe et principalement en France à l'occasion de ces difficiles questions, sans d'ailleurs négliger celles des anciens Pères et Docteurs de l'Église ; celles-ci jettent souvent un jour remarquable sur les théories contemporaines. Il s'est appuyé principalement, parmi les auteurs français, sur feu l'abbé Motais, M. l'abbé Vigouroux, M. le chanoine Hamard, Félix Robiou ; parmi les écrivains et savants de langues différentes, sur le cardinal Wiseman et les RR. PP. Ryder, Faber, Hewit, sir Henry Rawlinson en Angleterre, Reusch, Hettinger, Schliemann en Allemagne, R. P. Mir en Espagne, cardinal Franzelin, et R. P. Patrizzi en Italie. Peut-être eût-il été préférable de ne pas donner comme une haute autorité feu le docte abbé Moigno, dont le sens critique, malheureusement, n'a pas toujours été au niveau de son immense érudition scientifique ; son autorité incontestable et, croyons-nous, incontestée comme savant, est

beaucoup plus discutée en matière d'exégèse (1). Cette remarque se rattache à celle, du même genre, faite ci-dessus, à propos de *Science catholique*.

Dans son étude de la création, le R. P. Zahm ne donne point de système qui lui soit personnel, mais retrace à grands traits ceux qui se sont succédé dès l'antiquité païenne et jusqu'à nos jours, en passant par l'antiquité chrétienne et le moyen âge.

Signalons, dans cette avant-dernière époque, saint Grégoire de Nysse devinant, treize ou quatorze siècles d'avance, la nébuleuse cosmique originaire imaginée par Kant, Herschel et Laplace, — et saint Augustin posant des principes que peuvent invoquer, en notre temps, les partisans de l'évolution dans les limites qu'implique le spiritualisme. Le système idéaliste à l'excès de Mgr Clifton est fidèlement résumé; sans l'adopter pour son compte, l'auteur s'en sert pour montrer combien est grande la somme d'indépendance laissée aux écrivains catholiques dans l'interprétation des saintes Ecritures.

Des polémiques très vives furent suscitées naguère à l'occasion de la nouvelle interprétation du déluge de Noé, par laquelle on contestait l'absolue universalité de ce cataclysme relativement à l'humanité en dehors de Noé et de sa famille. Ces polémiques se sont peu à peu apaisées ; et devant un examen des textes plus approfondi et mieux éclairé, la nouvelle interprétation gagne du terrain peu à peu. Le R. P. Zahm lui-même, qui, dans son premier ouvrage, émettait l'opinion assez contestable (je dirais même, toute révérence gardée, assez risquée), que l'impossibilité dans l'ordre naturel d'un déluge géographiquement universel ne serait pas démontrée, — se rallie aujourd'hui sans réticence à l'interprétation de la non-universalité même ethnique. Ce n'est pas que les exégètes de l'ancienne école aient abandonné la défense de l'interprétation universaliste. Il en est, à cet égard, et dans une moindre proportion, comme il en fut, au XVIe siècle, pour la cosmologie héliocentrique, à l'encontre des partisans du système géocentrique : ces derniers croyaient ce sys-

(1) Certaines citations ne sont pas non plus toujours heureuses. Ainsi, p. 221, l'auteur attribue à Claparède cette parole de Broca : " J'aime mieux être un singe perfectionné qu'un Adam dégénéré ". — Un peu plus loin, pp. 232 et 233, en citant des supputations chronologiques fondées sur la formation de la tourbe, les chiffres semblent ne pas se correspondre, ce qui rend le passage malaisément intelligible.

tème lié aux vérités de foi ; de là l'opposition énergique qu'eut à subir pendant fort longtemps la vraie conception astronomique. De même aujourd'hui pour la question du déluge. Néanmoins la théorie universaliste perd de plus en plus de terrain, surtout depuis les derniers travaux de divers exégètes, notamment du R. P. Semeria, barnabite, dans la REVUE BIBLIQUE, et de M. l'abbé Charles Robert dans cette dernière revue et dans d'autres recueils, — sans parler même de ceux de M. Raymond de Girard, professeur à l'Université de Fribourg, qui pousse peut-être la théorie un peu trop à l'extrême.

A toutes les époques, il s'est trouvé des esprits aventureux ou vaniteux pour reculer au delà de toutes limites raisonnables l'âge du genre humain. Les savants de nos jours qui supputent cet âge par plusieurs centaines de mille ans, ne font que reproduire, sous une forme rajeunie, les vieilles traditions mythiques des Chinois, des Assyriens et des anciens Égyptiens.

Mais en dehors de ces supputations arbitraires et fantastiques qu'abandonnent aujourd'hui les savants sans vues préconçues et sans parti pris d'avance, il ne subsiste pas moins d'apparentes difficultés quant au nombre de siècles que l'humanité aurait parcourus à partir de son origine. Soit qu'on se place au point de vue des chronologies égyptienne et assyrienne, telles que l'étude de documents sérieux et vraiment historiques permet de les établir avec une somme de probabilités dont il est nécessaire de tenir compte ; soit que l'on s'appuie sur les inductions plausibles tirées de la constatation de faits de l'ordre géologique, climatérique et paléontologique ; soit enfin que l'on se cantonne sur le terrain exclusivement préhistorique et ethnologique, il est absolument impossible de se contenter, pour le cadre borné même aux faits dûment établis, des 2023 ans (dont 1656 d'Adam au Déluge, et 367 du Déluge à Abraham) qui, d'après les chiffres fournis par la Vulgate, se seraient écoulés depuis la création du premier couple humain jusqu'au passage d'Abraham de la Chaldée en Palestine.

Pour ne citer qu'un exemple tiré de l'histoire, quand ce patriarche se rendit à la cour des Pharaons, l'Égypte était un royaume puissant et florissant, qui n'avait pu parvenir au degré de civilisation qu'il possédait qu'à travers une longue suite de siècles. Cependant, quand Mesraïm et les siens avaient envahi le pays, il y avaient trouvé une population noire établie depuis longtemps. D'autre part, certains auteurs évaluent à 500 ans

environ le temps qui a dû s'écouler entre l'arrivée de Mesraïm et la fondation, par ses descendants, de la monarchie égyptienne.

La découverte de débris de la primitive industrie humaine et d'ossements humains dans les terrains de formation glaciaire nous oblige à reconnaître que l'homme existait durant la dernière grande extension des glaciers, peut-être même vers la fin de la période interglaciaire qui l'a immédiatement précédée. Or, d'après les plus récentes évaluations fondées sur des observations nombreuses et précises, il ne faudrait pas compter moins de 8 à 15 000 ans depuis le dernier retrait des grands glaciers jusqu'à nous, et peut-être 20 à 25 000 pour remonter jusqu'aux derniers termes de la période interglaciaire.

Nous arrêterons là ces exemples, qu'on pourrait multiplier. Les supputations faites d'après les chiffres de la Vulgate ne donnant, depuis la création d'Adam jusqu'à nous, que 5900 ans, il est clair que cet intervalle, qui ne comprend guère plus de 2000 ans de la naissance d'Adam à la vocation d'Abraham, est beaucoup trop court au regard des constatations de la science.

Mais cette difficulté n'a pas, tout examiné, une importance sérieuse.

Premièrement, pas plus que les sciences naturelles, la chronologie n'est l'objet de l'enseignement biblique, et les indications de dates qui s'y rapportent dans les textes sacrés n'ont qu'une valeur très relative. Il y a plus : les chiffres que donne la Vulgate d'après la version hébraïque diffèrent, dans une très notable mesure, de ceux du texte grec des Septante, lequel diffère du texte samaritain, différant lui-même de l'un et de l'autre. En sorte que, entre la supputation la plus élevée et la plus faible pour le temps écoulé d'Adam à Jésus-Christ, on trouve une différence de 3300 ans. Il résulte visiblement de là que des fautes de nombres et de chiffres ont été faites par les copistes dans les nombreuses recensions successives de la Bible, et que, selon toute probabilité, aucune des trois chronologies, hébraïque, grecque et samaritaine, ne représente la chronologie vraie que l'on eût pu déduire du texte primitif. Enfin, il n'est pas encore prouvé que les deux généalogies des patriarches d'avant et d'après le déluge soient continues et sans lacunes.

En un tel état, que devient l'objection tirée contre nos saints Livres de la haute antiquité du genre humain ? La Bible ne constate pas cette antiquité parce qu'elle ne s'en occupe pas ; voilà tout.

Arrêtons ici ce compte rendu. Il est très imcomplet, tant le livre qui en fait l'objet est rempli de faits, d'exemples et de citations. Les quelques traits qu'on en a indiqués suffiront d'ailleurs à en donner une idée exacte. Nous n'irons pas toutefois aussi loin que le savant auteur affirmant, p. 256, que la chronologie du texte grec suffit à satisfaire à toutes les exigences de la science. Soutenir, par exemple (pp. 252 et 253), que la fonte des grands glaciers et le " passage d'un froid extrême à une chaleur tempérée „ qui s'en serait suivi ne remonte pas au delà des temps historiques ; que, pareillement, bon nombre de faits reportés par les savants au début du quaternaire " se sont au contraire réalisés durant la période historique „, — ce sont là des assertions pour le moins bien hasardées. Et leur opportunité est d'autant moins apparente que l'auteur conclut en reconnaissant qu' " il est possible que l'ancienneté de l'homme soit beaucoup plus grande qu'on ne l'a jusqu'ici supposé „. Alors pourquoi formuler des assertions aussi contestables ? Que les centaines de milliers d'années prêtées par une certaine école aux développements de l'humanité soient des conceptions arbitraires et de pure fantaisie, nous sommes tous d'accord sur ce point. Mais que l'âge de l'humanité ne soit pas antérieur aux six ou sept mille ans qui résulteraient d'une chronologie établie d'après les chiffres de la version des Septante, c'est ce qu'il semble au moins prématuré d'affirmer : l'état actuel de la science ne donne pas à une telle assertion une probabilité suffisante. Nier également la coexistence de l'homme avec le mammouth nous semble risqué, alors qu'on voit la figure de cet animal parfaitement reconnaissable en gravure sur os de l'âge de la pierre. Il suffit pour s'en assurer d'aller voir, au musée de Saint-Germain, cette gravure très bien tracée sur une plaque osseuse.

Mais ce sont là des divergences secondaires. L'essentiel de ce livre et ce qui fait son mérite, c'est qu'on y trouve, en un petit nombre de pages, un tableau complet de l'état actuel de la controverse en exégèse biblique sur toutes les questions que l'auteur a abordées.

C. DE KIRWAN.

## X.

ÉTUDE SUR L'ESPACE ET LE TEMPS, par GEORGES LECHALAS, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. -- Un volume in-18 de 201 pages. — Paris, Alcan, 1896.

M. Lechalas est bien connu des personnes qui suivent le mouvement philosophique contemporain en France. Il a publié, dans les *Annales de philosophie chrétienne*, dans la *Revue de Métaphysique et de Morale*, ailleurs encore, des articles remarquables sur des sujets variés, et particulièrement sur des matières qui appartiennent à ce domaine étendu, mais mal défini encore, que le R. P. Carbonnelle désignait sous le nom de " Confins de la Science et de la Philosophie ".

Quelques-uns de ces articles, complétés et agrandis, avec des études nouvelles et plus spécialement philosophiques, sont réunis dans le volume sur l'Espace et le Temps que nous annonçons aujourd'hui.

" Les questions de l'espace et du temps, dit-il, sont à la fois liées d'une façon étroite, au point de vue de la genèse de leurs notions dans notre esprit, et analogues jusqu'à un certain point, en ce qui concerne les difficultés d'ordre métaphysique qu'elles soulèvent. " L'auteur les étudie donc parallèlement, d'abord au point de vue scientifique, dans quatre chapitres consacrés successivement à l'espace géométrique, au temps et à l'espace en mécanique, à la géométrie de notre univers, enfin au problème des mondes semblables et à la réversibilité de l'univers. Il aborde ensuite les questions d'ordre métaphysique : pour l'espace, il se borne à un examen critique de l'infini et du continu ; pour le temps, au contraire, il développe certaines théories de Kant et de Balmès. Tout le livre est d'ailleurs écrit au point de vue réaliste; l'auteur fait remarquer que l'on peut aisément, si l'on veut, le soumettre à une transposition idéaliste, jeu d'esprit familier aux écrivains des revues philosophiques actuelles.

Nous n'avons pas la compétence nécessaire pour suivre M. Lechalas dans toutes les questions qu'il aborde successivement. Mais quelques-unes de ces questions touchent à un sujet qui nous intéresse vivement et dont nous avons déjà entretenu plus d'une fois les lecteurs de la *Revue* : les principes de la géométrie. Nous nous permettrons donc de donner une analyse

étendue des chapitres que M. Lechalas y consacre, sauf à réduire d'autant plus ce que nous dirons des autres.

I. *L'espace géométrique.* M. Lechalas s'occupe d'abord des bases de la démonstration géométrique : définitions, axiomes et postulats. Il maintient contre M. Liard que les définitions premières en géométrie ne sont pas et ne peuvent pas être génétiques ou exprimant la génération de la figure à définir. Euclide, il y a plus de deux mille ans, admettait en tête de ses *Éléments* une définition non génétique de la droite et la complétait par trois postulats, dits de construction, exprimant la possibilité de mener une droite entre deux points, de la prolonger, et de tracer un cercle de centre et de rayon donnés, et personne n'a jamais pu se passer de ces trois postulats. " La géométrie, dit M. Lechalas, apparaît comme reposant sur des définitions hypothétiques, dont la seule justification semble résulter de ce que, prenant ces définitions pour point de départ, on peut pousser la déduction aussi loin que l'on veut sans rencontrer de contradiction (p. 7). „ Plus loin, pp. 44-48, l'auteur fait connaître pourquoi l'on peut être certain qu'un système de géométrie est irréprochable au point de vue logique et n'aboutira à aucune contradiction. — Les définitions seules d'ailleurs ne peuvent conduire à rien en géométrie, si l'on n'y joint les principes d'identité et de contradiction et, au besoin, comme il le fait observer avec raison, celui de raison suffisante.

M. Lechalas examine ensuite la question de la prétendue stérilité des axiomes généraux sur les grandeurs, et la résout très bien, selon nous, à propos de quelques exemples, contre Locke et M. Lachelier.

Enfin, l'auteur indique quelle est à ses yeux la vraie nature des postulats géométriques, par exemple, des cinquième et sixième postulats d'Euclide : deux droites d'un plan qui font avec une transversale des angles intérieurs dont la somme est moindre que deux droits se rencontrent ; — deux droites ne peuvent pas enclore un espace. " Les postulats, dit-il, ne sont que des définitions méconnues, et tant qu'on ne leur restitue pas ce caractère, on est amené logiquement. comme l'ont été d'innombrables géomètres, à en chercher des démonstrations, bien qu'il soit prouvé que ce but est impossible à atteindre en partant des définitions qui servent communément de base à la géométrie. „ La définition de la droite d'Euclide, ou celle de Legendre, ou celle de M. De Tilly suffit pour établir, sans les postulats cités plus haut, la moitié à peu près des propriétés contenues dans les

*Éléments,* parce que cette définition, sous sa forme indéterminée, convient à la fois à trois êtres géométriques distincts, la droite euclidienne, la droite lobatchefskienne, la droite riemannienne, et que ces propriétés sont communes aux trois espèces de droites. Mais quand on veut démontrer les propriétés spéciales de la droite euclidienne, il faut ajouter au concept général de droite les propriétés contenues dans les postulats 5 et 6; si l'on veut arriver aux propriétés de la droite lobatchefskienne ou riemannienne, c'est le postulat 6 seul ou le postulat 5 seul qu'il faut ajouter au concept général de droite.

Les adversaires de la géométrie non euclidienne *méconnaissent* la nature des postulats, comme le dit M. Lechalas. Ils ressemblent à celui qui, dans la théorie des coniques, partirait de leur définition générale, et, après avoir démontré les propriétés communes à ces courbes, admettrait le postulat suivant pour établir les propriétés spéciales de la parabole: les points d'une conique sont également distants d'un point et d'une droite fixes; il essaierait vainement de le démontrer en partant de la définition générale des coniques et, de guerre lasse, le baptiserait du nom barbare de jugement synthétique *à priori;* en même temps, il anathématiserait les géomètres plus avisés qui établiraient, sans recourir à aucun postulat, les propriétés spéciales de l'ellipse et de l'hyperbole.

Après avoir fait connaître ainsi la vraie nature des postulats, M. Lechalas caractérise rapidement la géométrie euclidienne. Il nous semble qu'il aurait dû parler ici (comme il le fait plus loin, p. 28) aussi bien du sixième que du cinquième postulat d'Euclide. Il fait connaître le postulat de Wallis (il existe des figures semblables) par lequel M. Delbœuf remplace le cinquième postulat et les définitions que ce savant donne de la droite, du plan et de l'espace. Personnellement, nous préférons le postulat d'Euclide à celui de Wallis, parce que ce postulat postule trop, comme Saccheri l'a remarqué dès 1733; mais l'inconvénient est très petit.

Dans l'important paragraphe qui suit, on trouve un exposé des principes de la géométrie générale. L'auteur se sert de la terminologie de M. Calinon, ce qui empêchera peut-être qu'il soit compris aussi complètement que s'il employait celle de la plupart des partisans de la géométrie générale. Il dit un mot des espaces à une dimension, dont l'étude analytique est au fond identique à

la théorie des équations à une inconnue et de degré quelconque, ou même transcendantes; au point de vue géométrique pur, sans intervention de l'analyse proprement dite, on peut considérer, dans un pareil espace, la théorie du rapport anharmonique, celle de l'involution et des transformations variées. M. Lechalas indique ensuite comment on peut étudier directement des espaces à deux dimensions ou surfaces ; chemin faisant, il rencontre des objections de M. Renouvier et de M. Poincaré : " L'esprit humain, dit-il, travaillant sur des données sensibles et sans précision, leur appliquera les notions générales, qui se seront éveillées en lui peut-être à leur occasion, et pourra construire alors une science apriorique qui pourrait même ne pas s'appliquer en fait aux phénomènes réels sans que sa propre valeur en fût en rien diminuée. „ Ainsi des mesures imparfaites peuvent donner l'idée de l'égalité des distances comptées sur les géodésiques des surfaces et permettre de faire une géométrie générale dans un espace à deux dimensions.

Parmi ces surfaces, M. Lechalas considère les plans (ou surfaces identiques à elles-mêmes de M. Calinon) qui sont de trois espèces : plans riemanniens, plan euclidien, plans lobatchefskiens. Il donne une idée de la trigonométrie et du calcul des aires dans chacun de ces plans, et réfute encore une fois M. Renouvier, dont la science mathématique un peu courte voit des postulats partout (ce n'est pas M. Lechalas, c'est nous qui disons cela), à propos d'un théorème sur les perpendiculaires, qui est d'ailleurs très bien démontré dans Euclide. Enfin, M. Lechalas traite des espaces divers à trois dimensions; il indique très bien comment la théorie de la similitude existe entre deux espaces riemanniens ou lobatchefskiens quelconques; comment aussi, en un certain sens, dans un espace à quatre dimensions, on pourrait superposer deux figures symétriques à trois dimensions.

Qu'il nous soit permis de faire ici deux ou trois remarques critiques. 1° L'euclidianisme des figures infiniment petites, selon nous, ne peut être établi avec rigueur par le raisonnement sommaire de la note de la page 32. 2° M. Lechalas fait remarquer avec raison qu'il ne faut pas confondre un plan lobatchefskien avec une pseudosphère de Beltrami (p. 33) ; mais selon nous il a tort de dire, p. 36, que le plan riemannien est identique à la sphère euclidienne : celle-ci a un centre unique, ce qui n'est pas le cas pour le plan riemannien. De même, il nous semble abusif de dire que la droite et le plan euclidiens sont l'horicycle et l'horisphère lobatchefskiens (p. 38). Mais peut-être, sur ce point,

notre dissentiment avec lui est-il plus apparent que réel, et provient-il uniquement d'une différence de terminologie. 3° Enfin, sur la continuité, force nous est bien d'être de l'avis de M. Poincaré contre M. Lechalas (p. 43). Plus loin (p. 140), il nous semble que l'auteur lui-même se rapproche de la manière de voir des analystes.

Les deux paragraphes suivants (valeur de la géométrie générale; portée philosophique de la géométrie générale) sont le complément du troisième. M. Lechalas, à propos d'un raisonnement de M. Poincaré, critiqué à tort par des logiciens, explique pourquoi la géométrie générale ne peut jamais aboutir à une contradiction et répond à diverses objections dont la plupart trahissent chez leurs auteurs une connaissance imparfaite de l'état actuel des recherches des géomètres sur les principes de leur science.

Qu'il nous soit permis d'en donner quelques exemples. 1° Cauchy et, après lui, M. De Tilly (ils ne sont pas les seuls) ont donné une définition du plan qui ne contient aucune condition surabondante; il n'y a donc, du chef de la définition du plan, aucun postulat à introduire soit en géométrie euclidienne, soit en géométrie non euclidienne. 2° Les postulats autres que ceux d'Euclide, qui sont admis implicitement dans toutes les géométries, ont été énumérés et étudiés avec soin par MM. Pasch et Peano. Nous les avons signalés avec d'autres études analogues à l'abbé de Broglie, qui s'en est occupé d'une manière beaucoup moins approfondie dans le manuscrit dont il est parlé en note de la page 29, manuscrit qu'il nous avait confié. 3° Le postulat du tour à l'horizon, imaginé par M. Renouvier, a été inventé et réinventé bien des fois par des géomètres novices qui ignorent qu'appliqué à un quadrilatère gauche ou à un polygone sphérique, il conduit à des résultats absurdes. 4° Une erreur fondamentale des adversaires de la géométrie générale, c'est d'admettre naïvement que l'intuition géométrique est d'accord uniquement avec la géométrie euclidienne. Rien n'est plus faux : pratiquement, la géométrie euclidienne et les géométries non euclidiennes voisines donnent lieu à des représentations sensibles indiscernables. Par suite, aucune expérience ne prouve ni même ne peut prouver que notre espace réel soit plutôt euclidien que riemannien ou lobatchefskien. Tout ce que l'on peut dire, c'est qu'il est euclidien ou à peu près euclidien.

II. *Le temps et l'espace en mécanique.* Ce chapitre est divisé

en deux paragraphes consacrés respectivement à la cinématique et à la dynamique. M. Lechalas fait observer qu'en réalité la cinématique est indépendante du temps et du système d'axes choisi ; que la masse et non la force constitue la notion nouvelle qui donne naissance à la dynamique. Voici comment il résume lui-même les thèses principales qu'il défend dans ce chapitre : " La notion de la simplicité des lois de la nature ne présente pas de caractère illusoire ; la recherche des lois simples exprimant l'enchaînement des phénomènes de la nature conduit à rapporter tous les mouvements à un système d'axes défini, à une translation uniforme près, et à mesurer les temps au moyen d'un mouvement-unité strictement déterminé. Les partisans du mouvement et du temps absolus peuvent voir un succès dans ce résultat ; mais les adversaires des mêmes conceptions sont fondés à soutenir que la relativité du mouvement et du temps n'en subit aucune atteinte. „

III. *La géométrie de notre univers.* L'auteur discute dans ce chapitre des vues de MM. Calinon, Poincaré, Couturat, que nous ne saisissons pas assez pour les résumer brièvement d'une manière complètement exacte. Sur le point essentiel, comme nous l'avons dit plus haut, nous sommes convaincu que M. Lechalas a raison : l'univers, autant que nos mesures peuvent le constater, est très approximativement euclidien ; mais nous ne savons rien de plus. A la page 100, l'auteur dit qu'un espace euclidien peut contenir des plans riemanniens : il peut contenir des sphères euclidiennes,ce qui est tout différent,comme nous l'avons déjà dit plus haut. Selon nous, tout est euclidien, riemannien ou lobatchefskien dans les espaces qui portent ces noms. Mais chaque espace contient des figures ayant des propriétés très analogues à celles que l'on rencontre dans les autres.

IV. *Le problème des mondes semblables et de la réversibilité de l'univers.* Le premier problème est ainsi posé : " Imaginons que toutes les dimensions et distances des parties de l'univers viennent à varier ensemble suivant une même proportion ; supposons que les vitesses varient de même, mais suivant telle autre proportion que l'on voudra : y aura-t-il, pour un observateur placé dans cet univers, un moyen quelconque de distinguer son nouvel état de l'ancien ? „ Après avoir précisé davantage la question, l'auteur, après discussion des idées de Laplace et de MM. Delbœuf et Renouvier sur ce sujet, conclut comme il suit :

" Deux univers (physiques et psychologiques) semblables tant par rapport à l'espace qu'à celui du temps, sont indiscernables et, par suite, l'hypothèse de leur distinction implique contradiction. C'est l'affirmation, sous sa forme la plus complète, de la relativité de l'espace et du temps. "

L'autre problème dont il est question dans ce chapitre, celui de la réversibilité du monde, consiste en ce que si les actions qui s'exercent entre les particules matérielles sont de simples fonctions de leurs distances respectives et sont dirigées suivant les droites qui les joignent, tous les phénomènes peuvent se passer indifféremment dans un sens ou dans l'autre : on peut changer dans les équations du mouvement le signe du temps sans inconvénient; chaque état de l'univers peut indifféremment être considéré comme la cause d'un autre ou comme causé par celui-ci, de manière qu'il semble impossible de distinguer l'*après* de l'*avant* dans un pareil monde. M. Lechalas expose les vues de Ph. Breton, du R. P. Carbonnelle, de Helmholtz, de Poincaré sur la question. Le P. Carbonnelle fait remarquer que le monde réverti serait instable; par suite, selon lui, on peut le distinguer du monde direct et fixer le sens des mots *avant* et *après* sans recourir à des phénomènes psychiques. Mais pour arriver à cette conclusion, le P. Carbonnelle se sert d'exemples empruntés à la théorie de la chaleur. Or, on n'est pas parvenu à ramener celle-ci, comme l'ont remarqué MM. Poincaré, Duhem (*Commentaire aux principes de la Thermodynamique*, conclusion, JOURNAL DE LIOUVILLE, 1894, pp. 284-285), Ostwald (*La Déroute de l'atomisme*, REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES, 15 novembre 1895), à une théorie purement mécanique où n'interviennent que des forces du genre de celles dont il est question plus haut. Au fond, l'explication du P. Carbonnelle, où il invoque la théorie de la chaleur, revient donc à dire que les phénomènes du monde matériel ne sont pas représentés par des équations où l'on peut supposer à volonté le temps positif ou négatif; les phénomènes ne sont pas réversibles, et dès lors ils peuvent nous donner la notion de l'avant et de l'après.

Cette conclusion dernière est celle de M. Lechalas: mais a-t-il le droit d'admettre encore, comme il semble le faire (p. 144), que la considération de forces fonctions de la seule distance des particules matérielles peut conduire à cette conclusion ?

Selon nous, on pourrait dire simplement, pour distinguer le passé de l'avenir par la seule physique, que *le temps varie dans le même sens que l'entropie.*

V. *Critique de l'infini et du continu. Les arguments de Zénon d'Élée.* Ce chapitre traite de questions métaphysiques qui nous sont trop étrangères pour que nous puissions en donner une analyse. Contentons-nous de remarquer en passant qu'une des antinomies de Kant, celle qui est relative à l'infinité de l'espace, n'a plus aucun sens, si l'espace réel est riemannien, puisque celui-ci est fini.

VI. *La nature du temps.* Ce chapitre est encore plus métaphysique que le précédent. Faute de compétence, nous devons nous contenter d'en indiquer sommairement le contenu des divers paragraphes. Dans l'introduction, l'auteur donne un aperçu des idées de Boscowich et de M. Domet de Vorges sur la nature de l'espace, et renonce à faire lui-même une théorie à ce sujet. Au contraire, il s'occupe longuement de la nature du temps. Il expose les vues de Balmès et de M. Boirac sur la question, sous le titre un peu singulier pour les profanes : *La conciliation de l'être et du non-être comme origine du temps.* Dans le suivant, intitulé : *Identité de la relation temporelle et de la relation de causalité occasionnelle,* il complète les aperçus de Balmès au moyen d'une théorie empruntée à Kant. Il fait ensuite des applications diverses de cette conception du temps à la question de l'éternité de Dieu, de sa prescience, de l'immortalité. Enfin, il traite de la mesure du temps au point de vue scientifique et psychique et montre assez clairement, ce nous semble, comment se fait la conciliation entre la conception philosophique du temps et les résultats de la science expérimentale.

Comme on le voit, dans le petit volume que nous venons d'analyser d'une manière bien inégale dans ses diverses parties, M. Lechalas soulève, résout ou expose un grand nombre de questions intéressantes, mais bien ardues, de science et de philosophie.

Ajoutons que le livre est écrit d'un bout à l'autre avec une modestie, une bonne foi, une franchise d'allures qui témoignent chez son auteur d'un amour sincère de la vérité. M. Lechalas est vraiment un philosophe dans le sens étymologique du mot, et c'est pour cela qu'on l'écoute si volontiers, qu'on se met à son école dans les questions où l'on est incompétent, et qu'on s'enhardit, sur ce terrain même, comme nous l'avons fait çà et là, à le combattre avec les armes qu'il a lui-même fournies.

P. Mansion.

## XI.

UNE CACHETTE DE FONDEUR A VÉNAT, par G. CHAUVET. — Un vol. in-8° de 289 pp. — Angoulème, 1895.

On trouvait il y a deux ans à Vénat (Charente), enterré dans le sable à 25 centimètres seulement de profondeur, un vase en terre rempli d'objets ou de fragments de bronze d'un poids de 75 kilogrammes (1). C'était une de ces cachettes si nombreuses à l'âge de bronze, dont nous ne savons dire au juste la raison d'être. M. de Mortillet en compte 435 en France (2) ; leur nombre n'est pas moins considérable dans les pays voisins, et sûrement beaucoup d'autres restent encore découvrir.

Tous ces objets, obtenus tantôt par le moulage, tantôt par le martelage, sans jamais présenter aucune trace de soudure, étaient empilés dans une complète confusion. Nous voyons, comme armes, des haches à ailerons ou à douille, souvent munies d'un anneau latéral, des fragments d'épée de toute dimension avec des lames à double tranchant et des poignées toujours courtes, des javelots, des lances, des pointes de flèche, des poignards à soie et à douille ; comme outils, des ciseaux, des gouges, des tranchets tantôt triangulaires, tantôt quadrangulaires, des marteaux qui répondaient à tous les besoins d'une industrie encore fort rudimentaire.

On trouvait aussi plusieurs rasoirs. M. Chauvet acceptant, non sans quelque hésitation, l'opinion de Gozzadini et de Desor, donne ce nom à de minces feuilles de bronze plus ou moins arrondies aux bords, amincies du côté convexe qui forme le tranchant, plus épaisses du côté opposé souvent inséré dans un manche (3).

Les objets destinés à la parure ne sont pas moins nombreux. Les deux sexes à l'âge du bronze portaient des bracelets. Ils offraient aux guerriers une protection souvent efficace. Les bagues, comme partout à cette époque, sont rares ; les boucles d'oreille

(1) Le dolium trouvé à Bologne ne pesait pas moins de 1500 kilogrammes.

(2) BUL. SOC. ANTH., 1892.

(3) Rien ne paraît moins prouvé que cette destination. Nous savons seulement qu'une loi datant, prétend-on, de Numa et longtemps observée ordonnait aux Flamen-Diales de se couper la barbe avec un rasoir d'airain et non de fer. *Dict. des Ant. grecques et romaines*, art. " *Ferrum* ".

en revanche sont remarquables; on en connaît deux types, un non fermé et orné de stries, l'autre fermé et suspendu à l'oreille par un fil de bronze. Citons aussi une chaîne formée d'anneaux de bronze, analogue à celle trouvée dans la fonderie de Larnaud (1) et à celles provenant des habitations lacustres. Ces rapprochements, que M. Chauvet fait avec un soin scrupuleux, ont une grande importance.

Nous serons moins affirmatif sur la destination de quelques feuilles de bronze brisées que notre archéologue croit avoir appartenu à des armures, ou de quelques fragments qu'il rapporte à des umbos. Les grelots étaient en assez grand nombre. Ils se rencontrent aussi en Angleterre. Il est impossible de supposer que des objets d'une fabrication si complexe aient été inventés sur deux points différents à la même période de civilisation. Il faut donc plutôt croire à des relations entre les deux pays, relations que d'autres faits viennent confirmer. Des rapports auraient également existé entre les vieux habitants de la Charente et la Suède, l'Allemagne, la Suisse. Le commerce, dès ces temps reculés, était le grand lien entre les nations. Ces rapports ont surtout été très étroits avec la Haute-Italie et peut-être, dit M. Chauvet, peut-on les faire remonter à la civilisation préétrusque que les archéologues italiens datent du xe siècle avant notre ère. Nous nous récusons sur cette question de date encore si peu claire. Les uns placent l'origine du bronze, dans l'Europe occidentale, peu de temps avant l'invasion romaine; d'autres la font remonter au xve siècle; M. d'Arbois de Jubainville parle même du xxe (2). M. Chantre croit le bronze contemporain des derniers dolmens ; M. Alex. Bertrand pense que notre région était à peine sortie de l'état néolithique au viie siècle (3). Toutes les hypothèses sont permises, aucune ne peut être prouvée.

Nous croyons avec M. Chauvet que l'industrie de Vénat s'est développée sur place. Ces hommes avaient à leur disposition le cuivre, l'étain, l'or, le plomb, peut-être même d'autres métaux, car on a recueilli une petite plaque de fer à l'état d'oxyde sans mélange d'autre métal. Le minerai de fer est encore aujourd'hui très abondant dans la Charente. Le cuivre venait sans doute de Bretagne ou d'autres points de la région, l'étain du Cornwall, des Asturies, peut-être aussi de gisements plus voisins : on con-

(1) Rev. Arch., t. XVI, 2e s., p. 317.
(2) *Les Premiers habitants de l'Europe*, 2e éd., p. 382.
(3) *La Gaule avant les Gaulois*, 2e éd., p. 252.

nait en effet en France des alluvions stannifères anciennement exploitées.

Nous ne pouvons pas terminer sans remercier M. Chauvet de son excellent travail. Nous n'en connaissons pas de plus consciencieux, où toutes les références soient établies avec plus de soin. Il devient un guide précieux pour tous ceux qui étudient l'âge de bronze.

Mis DE NADAILLAC.

## XII.

LA THÉORIE DES PROCÉDÉS PHOTOGRAPHIQUES, par DE LA BAUME PLUVINEL. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — Un vol. petit in-8° de 226 pag. — Paris, Gauthier-Villars et Masson.

Ils sont légion aujourd'hui les chevaliers de l'objectif, tous aimant leur art si plein d'attirances ! C'est que la lumière est une magicienne admirable : tantôt ce sont des souvenirs aimés qu'elle nous conserve vivants et fidèles ; tantôt ce sont les perspectives fuyantes des paysages pittoresques qu'elle enchaîne et fixe pour jamais ; tantôt enfin ce sont des merveilles encore insaisies qu'elle révèle aux yeux étonnés du savant aux aguets.

La chambre noire a pénétré partout. Je la vois dans le laboratoire de l'homme de science, parmi ses instruments les plus utiles, et je la retrouve à côté des livres jetés là pêle-mêle de l'insouciant écolier de douze ans.

Mais parmi tant d'amis de la photographie, combien y en a-t-il qui savent les admirables phénomènes qui se passent si près d'eux sur cette mince couche de gélatine ? Bien peu, sous doute : c'est l'aristocratie du savoir photographique. Les autres, la plèbe, ne s'en inquiètent guère : un négatif d'abord, obtenu avec le bain numéro 1 et le bain numéro 2, un positif ensuite qui est traité par le bain numéro 3..., et c'est fait. C'est même parfois, ô dérision du sort ! plus joliment fait que ce qui sort des mains de ceux qui connaissent.

Mais peu importe : parmi ceux qui ignorent, il en est beaucoup qui voudraient savoir. Pour plusieurs, disons-le tout de suite, c'est impossible. Pour d'autres, pour ceux qui possèdent des notions de physique et de chimie suffisamment étendues, rien de plus

facile ; nous les renvoyons à l'ouvrage de M. le Cte de la Baume Pluvinel sur la *Théorie des procédés photographiques*.

Chapitre I. — Action des radiations sur les corps. — Les corps sont composés de *molécules pondérables* et de *molécules impondérables* (éther). Sous l'influence de la lumière, les unes et les autres peuvent être ébranlées d'une manière particulière. Ce mouvement se propage de proche en proche et dans toutes les directions aux molécules d'éther extérieures aux corps. On dit alors que ce corps émet des radiations.

Certaines substances, sous l'action des radiations, vibrent synchroniquement avec elles, et cet ébranlement peut amener une altération dans la composition chimique du corps, ou simplement une modification de structure, ce qui suffit pour lui donner des propriétés nouvelles.

Chapitre II. — Action latente de la lumière sur les composés halogènes de l'argent. — Pour une certaine quantité de lumière, variable suivant la nature de la couche sensible, l'action produite par les révélateurs est maxima, et, l'intensité de la lumière augmentant, les effets produits deviennent de plus en plus faibles. Lorsqu'une plaque a reçu cette quantité de lumière à laquelle correspond une action maxima des révélateurs, on dit qu'elle est *solarisée*. Si la solarisation est dépassée, on constate un changement d'aspect de la plaque, et une altération manifeste dans sa composition. On dit que la lumière produit une action latente tant que la plaque n'est pas solarisée, et une action directement visible au delà du point de solarisation.

Deux théories sont en présence qui cherchent à expliquer la modification qu'a dû éprouver le composé sensible pour acquérir les propriétés nouvelles qui viennent d'être signalées : la *théorie chimique* et la *théorie dynamique*.

Les partisans de la première considèrent l'image latente comme résultant d'une décomposition réelle du bromure d'argent, et ils supposent ou bien que le bromure est décomposé en ses éléments, ou qu'il est réduit à l'état de sous-bromure, ou enfin qu'il est débromuré plus ou moins complètement (photo-sels de Carey-Lea).

La théorie dynamique veut que le bromure d'argent subisse, de la part de la lumière, une transformation moléculaire lui donnant la propriété d'être facilement réduit par les révélateurs. Allant plus loin, on peut même supposer qu'il a conservé la même composition et la même forme que le bromure normal, mais qu'il

a seulement acquis un surcroît d'énergie. Il la conserve après l'action de la lumière, et c'est elle qui permet aux révélateurs d'exercer sur lui leur action réductrice.

De ces deux théories, la seconde est peut-être plus séduisante; et ce qui est de nature à la mettre en faveur, c'est qu'elle explique aisément nombre de faits qu'il est malaisé de concilier avec la théorie chimique.

Le chapitre poursuit l'étude des phénomènes produits par la solarisation; il expose le mode d'action des révélateurs physiques ou chimiques; et après avoir rappelé l'influence des diverses radiations du spectre solaire sur les composés halogènes de l'argent, il se termine par un aperçu sur l'orthochromatisme.

Chapitre III. — Procédés négatifs sur papier albuminé et sur collodion.

Chapitre IV.— Procédé au gélatino-bromure d'argent.— Un des phénomènes les plus intéressants qui se présentent dans la préparation du composé argentique, est celui de la *maturation*. Par l'action de la chaleur ou de l'ammoniaque, on peut *mûrir* l'émulsion, c'est-à-dire transformer le bromure d'argent peu sensible en un bromure très facilement altérable. Remarquons en passant que les grains de gélatino-bromure, qui n'ont que $0^{mm},0008$ à $0^{mm},0015$ de diamètre avant la maturation, atteignent $0^{mm},003$ à $0^{mm},004$ après cette opération. Des plaques très sensibles donneront en général moins de finesse que les autres, mais seront beaucoup plus rapides.

L'auteur passe en revue les différents développateurs, l'oxalate ferreux ainsi que les révélateurs de la série aromatique, et rend compte de leur action chimique. Les équations chimiques prêtent largement leur appui aux explications du texte.

Chapitre V. — Procédés donnant des phototypes positifs : procédé Bayard, de Daguerre, Poitevin; ferrotypie; positifs directs en couleurs avec les conditions théoriques si bien exprimées par M. Lippmann, tout cela est passé en revue.

Chapitre VI.— Procédés de photocopie aux sels d'argent.— Ce chapitre est rempli de faits du plus haut intérêt. Faute d'espace, nous nous contenterons de signaler les principaux paragraphes : décomposition et coloration du chlorure d'argent exposé à la lumière; composition de la matière noire qui en résulte; théorie de la décomposition intégrale; théorie de la décomposition incomplète; théorie des photo-sels; théorie de l'oxychlorure. Action de la lumière sur les composés organiques de l'argent. Virage.

Chapitre VII. — Fixage, renforcement, affaiblissement, traitement des résidus.

Chapitre VIII. — Divers procédés de photocopie : procédés aux sels de fer ; platinotypie ; procédés aux sels de cobalt, de chrome ; procédé dit au charbon ; photolithographie, etc. ; procédés aux sels d'uranium, de cuivre, etc. — L'utilité de ces deux derniers chapitres n'est point contestable, et les principes sur lesquels se basent ces divers procédés sont des plus intéressants.

Le beau livre que nous venons de résumer est tout rempli de merveilles. Véritable *Aide-Mémoire*, il marie les données scientifiques exactes avec les plus utiles détails de pratique. Du reste, agréablement présenté en même temps que méthodiquement distribué, l'ensemble de l'ouvrage forme un corps que l'on peut également lire sans fatigue d'un bout à l'autre ou consulter rapidement. Bref, comme nous le disions au début, ceux qui ignorent et qui voudraient savoir ne perdront point leur temps à étudier ce volume : ils y feront ample moisson de connaissances qui doubleront, j'en suis sûr, leurs plaisirs daguerriens. Et ceux qui savent seront heureux d'avoir là, condensée en un léger volume, la quintessence de la science photographique.

V. B.

## XIII.

Applications scientifiques de la photographie, par G. H. Niewenglowski. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — Un vol. petit in-8° de 173 pp. — Paris, Gauthier-Villars et G. Masson.

Comme nous le disions plus haut, l'appareil photographique est l'un des auxiliaires les plus utiles des sciences. Pour plusieurs d'entre elles, il est même devenu un instrument indispensable. Il faut l'avouer pourtant : sauf en astronomie, ce n'est que d'hier que date l'application de la photographie aux recherches scientifiques, et encore ces essais ne se sont faits qu'isolément.

Il était avantageux de grouper et de rapprocher toutes ces tentatives isolées, et de montrer ainsi les ressources que peuvent trouver dans ces sortes d'applications les diverses branches de la science.

C'est ce qu'a entrepris M. G. Niewenglowski, l'auteur déjà bien connu de nombreux travaux sur la photographie.

L'*Aide-Mémoire* dont il s'agit est divisé en deux parties : la technique de la photographie scientifique, et les applications proprement dites.

La première, nécessairement peu étendue, nous fait connaître certaines qualités que doit réaliser le matériel photographique quand il est destiné à des recherches de précision.

Beaucoup de phénomènes scientifiques se présentent avec des caractères particuliers de relief, de coloration et de mouvement ; les reproduire fidèlement sous ce triple rapport, telles sont les trois parties du problème que la photographie s'est posé, et que l'on peut aujourd'hui considérer comme presque résolues. En attendant qu'elles le soient complètement, l'auteur nous donne les principes des méthodes employées, et les procédés qui ont fourni jusqu'à ce jour les meilleurs résultats.

La seconde partie nous fait connaître les expériences les plus saillantes réalisées à l'aide de la photographie dans les diverses sciences, à l'exception toutefois de l'astronomie, un manuel spécial de la collection des *Aide-Mémoire* devant traiter de cet objet.

Parmi ces essais, citons-en quelques-uns.

En 1889, M. Anschütz de Lissa a pu photographier à la lumière du jour des projectiles animés d'une grande vitesse initiale. Il se servit pour cela d'une chambre noire très solide dont l'obturateur à rideaux était commandé par un poids de plusieurs centaines de kilogrammes ; cet obturateur était formé d'une fente fort étroite découvrant la plaque pendant un temps très court (75 millionièmes de seconde). Le projectile lancé traversait un réseau de fils métalliques qui commandait l'obturateur de la chambre. Il a pu ainsi photographier des projectiles passant devant son appareil à une vitesse initiale de 418 mètres par seconde.

Pour les mêmes expériences, MM. Mach et Salcher ont employé, ce qui est plus pratique, un éclairement instantané, l'étincelle électrique. Entre les mains de M. Boys, ce dernier procédé a donné des résultats tels qu'on est parvenu à fixer, non seulement l'image du projectile en un point quelconque de sa course, mais encore celle des perturbations occasionnées dans l'air par son passage.

En acoustique, les méthodes photographiques enregistrant les mouvements vibratoires ont été fécondes en constatations des plus intéressantes. Les ondulations produites dans l'air des tuyaux sous l'influence des sons, les mouvements vibratoires

communiqués à l'air par les modulations de la voix, etc., ont fourni des diagrammes fort curieux.

L'optique également, particulièrement pour la spectroscopie, a beaucoup bénéficié de l'appoint que lui prêtait la photographie. C'est ainsi que M. Cornu a pu construire une carte du spectre solaire ultra-violet qui prolonge celle d'Angström. Et pour ce qui est du dénombrement des raies spectrales, la photographie a certainement l'avantage sur les autres méthodes. Le capitaine Abney a pu, grâce à ce procédé, résoudre en dix-sept lignes la raie A du spectre solaire.

La météorologie utilise surtout la photographie pour enregistrer les variations des diverses éléments qui rentrent dans son domaine, et pour fixer les phénomènes rares et fugaces.

Géométrie et lever des plans, pesanteur, capillarité et hydrodynamique, chaleur, électricité, chimie, sciences naturelles et médicales, toutes ces branches de la science se sont adressées à la photographie avec les plus encourageants résultats.

Puisse la lecture de ces ingénieuses applications, suivant le vœu de M. Niewenglowski, en suggérer de nouvelles ! Puisse aussi la photographie accomplir bientôt les derniers progrès qu'on attend d'elle : son essor sera alors autrement rapide, et, ses succès dans les applications scientifiques auront une fécondité bien plus admirable encore.

V. B.

---

# REVUE

# DES RECUEILS PÉRIODIQUES

## GÉOLOGIE.

**Le Trias de l'Himalaya.** — On sait que, pendant longtemps, le trias n'a été connu que par son type de Lorraine et de Souabe, comportant la trilogie classique du grès bigarré, du muschelkalk et des marnes irisées ou keuper. Seul, l'étage intermédiaire contenait quelques ammonées, uniformément rapportées au genre *Ceratites*. Depuis lors, on a découvert dans les Alpes orientales un type alpin où les parties moyenne et supérieure du système se montraient riches en ammonées. Les genres *Ammonites* et *Ceratites* durent être démembrés et partagés en un grand nombre de genres nouveaux, bien échelonnés dans le temps.

L'étage inférieur en contenait bien quelques-uns ; mais sa base continuait à se présenter sous la forme de grès rouges. Plus tard, on reconnut que le facies marin de cette base, indiqué au sud de l'Oural, avait tendance à se prononcer dans l'est, et on en eut la preuve dans l'Himalaya, où des couches à *Otoceras* établissent le passage graduel du permien au trias.

Or voici que M. Diener (1), en explorant l'Himalaya central, aux environs du col de Spiti, a reconnu que le trias marin présentait, sur la frontière tibétaine, un magnifique développement. Sa puissance varie entre mille et douze cents mètres. Les calcaires dominent, et le nombre des ammonées est si considérable, qu'il

(1) Denkschriften der K. Akad. der Wissenschaften, Wien, 1895.

a fallu établir beaucoup de genres nouveaux. C'est là vraiment qu'est le type marin du système, et on le retrouve encore sur le sud du Pacifique, près de Vladivostock (1).

**La géologie quaternaire de la Suède.** — De tous les pays de l'Europe, il n'en est aucun sur lequel l'empreinte des diverses phases de l'époque quaternaire soit mieux marquée qu'elle ne l'est en Scandinavie. C'est là, mieux que partout ailleurs, qu'on peut dater les divers épisodes, glaciaires ou marins, de cette intéressante époque.

Il manquait une coordination tout à fait récente des nombreuses publications qui ont été faites dans ces dernières années sur ce sujet ; coordination d'autant plus nécessaire que les publications en question, écrites en suédois ou en danois, sont éparses dans des recueils difficilement accessibles. C'est l'œuvre qui vient d'être entreprise par M. Nathorst dans son bel ouvrage sur la géologie de la Suède (2). A la vérité, la difficulté tenant à la langue y subsiste ; mais c'est déjà beaucoup d'y trouver une analyse aussi bien faite de documents nombreux et importants. Ajoutons que M. de Geer a communiqué à l'auteur plusieurs cartes qui facilitent beaucoup l'intelligence du texte.

Nous appellerons surtout l'attention sur les chapitres relatifs à la fin de l'époque glaciaire et à ce qui a immédiatement suivi.

Au moment du départ des glaces, une submersion du sol scandinave a amené la formation de dépôts marins, dont la caractéristique est la présence de débris d'animaux franchement arctiques, tels que *Yoldia arctica, Cyprina islandica,* etc. En dressant la carte de ces dépôts, on reconnaît qu'une mer, dite *mer à Yoldia,* empiétait un peu sur le littoral de la Norvège et, noyant sous ses eaux l'emplacement des lacs Venern, Hjelmar, Mälar, submergeait presque toute la Finlande. C'est à cette invasion (qui peut-être a établi une jonction entre la Baltique et la mer Glaciale), que les lacs suédois doivent d'avoir dans leur faune des poissons et crustacés arctiques, ainsi que des phoques. A ce moment la Baltique entière était assez fortement salée pour nourrir des huîtres.

En même temps, la terre ferme portait une végétation franchement arctique, avec *Salix polaris* et *Dryas octopetala.*

Après cet épisode, la région s'est soulevée, les détroits danois

(1) MÉM. COMITÉ GÉOL. RUSSE, XIV (1895).
(2) *Sveriges Geologi*, Stockholm, (1895).

se sont fermés, et un lac a pris la place de l'ancienne mer orientale, s'avançant encore jusqu'à l'extrémité du Ladoga. M. Nathorst l'appelle *lac à Ancylus,* parce que les dépôts de ses bords renferment en abondance *Ancylus fluviatilis.* Au même moment le continent voisin se couvrait de pins, puis de chênes, dont les débris s'entassaient dans les tourbières de l'époque. Le lac, d'après M. de Geer, ne couvrait pas moins de 570 000 kilomètres carrés.

Mais au moment où le chêne allait faire place au sapin, les détroits danois se sont ouverts, et le lac Baltique est devenu assez salé pour que *Cardium edule* pût vivre dans le sud, et *Littorina littorea* dans le nord. Chose curieuse ! cette mer postglaciale montait beaucoup plus haut en Bothnie qu'au sud. Ses traces, qui ne s'observent que jusqu'à 25 ou 27 mètres d'altitude près de Gothland, s'élèvent à 77 devant Sundsvall et à 100 près d'Hernösand. C'est l'époque où les huîtres pouvaient encore vivre dans les détroits, et servir à la nourriture de l'homme qui contruisait les tertres dits *kjökkenmöddinger* ou *déchets de cuisine.*

Bientôt, sans doute, par suite d'un exhaussement des détroits, la Baltique a commencé à se dessaler. En même temps le sol se relevait, si bien que les dépôts à *Yoldia* s'observent aujourd'hui au nord du Venern, jusque par 190 mètres au-dessus de la mer. M. de Geer, on le sait, a tracé les courbes d'égal soulèvement ou isoanabases de ces dépôts, d'où il résulte que, nul à Copenhague et à St-Pétersbourg, l'exhaussement aurait atteint 240 mètres entre le fond du golfe de Bothnie et Hernösand, son maximum coïncidant à peu près avec une ligne qui joindrait le cap Nord à Christiania.

D'autre part, M. Sieger a donné (1) et M. Nathorst reproduit une carte des *isobases* ou lignes d'égal soulèvement séculaire pour l'époque historique. Il résulterait de cette carte que, l'axe de la Baltique proprement dite et du golfe de Finlande demeurant immobile, tout le reste du pays continue à s'exhausser, d'autant plus fort qu'on approche davantage de l'axe orographique de la péninsule. L'amplitude du mouvement, aux environs de Stockholm, ne serait pas inférieure à 47 centimètres par siècle.

**La structure du bassin houiller franco-belge.** — La structure du bassin houiller franco-belge a fait, dans ces deux dernières années, l'objet de travaux d'une grande importance.

(1) ZEITSCHRIFT DER GESELLSCHALT FÜR ERDKUNDE, Berlin, 1893.

En 1894, M. Briart (1) avait publié une coupe du bassin de Charleroi, où il montrait, non par des considérations hypothétiques, mais par des coupes précises, empruntées à des exploitations et à des sondages, qu'une portion du terrain houiller exploitable, affleurant à la surface entre Charleroi et Landelies, faisait partie, en réalité, du lambeau de recouvrement qui, glissant sur la faille du midi, est venu jeter, sur le terrain houiller en place, un ensemble d'assises dévoniennes et carboniférienne.

Partant de ce fait, M. Marcel Bertrand (2) a montré qu'il en pouvait résulter une conception tout à fait nouvelle, et en même temps absolument rationnelle, de la structure, jusqu'alors si problématique, des bassins du nord. En effet, il suffit de considérer les lambeaux de recouvrement, bien connus sur toute la bordure méridionale, comme les restes d'un *pli déversé*, dont le flanc nord contenait originairement toute la série, du dévonien inférieur au houiller productif. Dans la poussée qui a produit le déversement, le paquet aurait glissé sur la faille du midi, perdant par laminage une partie de son contenu, mais entraînant parfois du terrain houiller proprement dit ; auquel cas la jonction de ce dernier avec le bassin demeuré en place s'opère suivant un plan de rupture, qui constitue précisément l'accident bien connu sous le nom de *cran de retour*.

Partant de là, M. Bertrand a donné une coupe générale du bassin, où il fait voir que, suivant l'amplitude des érosions qui en ont atteint la surface, on peut obtenir successivement, soit les circonstances du bassin de Denain, soit celles de Dour, ou bien les coupes de Landelies, de Lens, de Fléchinelle, enfin celle du Boulonnais.

Le grand intérêt de ces considérations, c'est qu'on doit retrouver, au-dessous des couches emportées le long du *cran de retour* et de la faille du midi, le vrai bassin en place, comprenant dans son centre les houilles à gaz, qui sont réputées manquer dans le nord. Contrairement à l'ancienne conception, qui ferait de la région houillère du nord une partie plus profondément dénudée que celle du Pas-de-Calais, ce serait au contraire un massif mieux respecté par l'érosion, et où un grand paquet de recouvrement masquerait, dans la profondeur, les couches considérées comme absentes.

(1) *Géologie des environs de Fontaine-l'Évêque et de Landelies*, Liége, 1894.

(2) ANNALES DES MINES, 9e série, V. p. 569.

A la vérité, pour ce qui concerne Denain, la profondeur à laquelle il faudrait aller chercher ce système en place serait probablement trop considérable pour en permettre l'exploitation. Mais ailleurs il peut en être autrement, et, en tous cas, on ne peut qu'accueillir avec faveur cette ingénieuse explication ; car elle groupe autour d'une même idée nombre de faits jugés discordants, et fournit la raison plausible de ce *cran de retour*, qui demeurait une des énigmes de la géologie houillère.

**Le Mont Blanc.** -- Le mont Blanc avait passé jusqu'ici pour le type de la *structure en éventail*. Tous les géologues qui avaient exploré la montagne s'accordaient à reconnaître que, aussi bien la protogine du centre du massif que les schistes protoginiques des bords se divisait en feuillets, qui plongeaient toujours un peu vers l'axe du mont Blanc, que ce fût sur le versant français ou sur le versant italien.

Comme d'ailleurs la division en feuillets verticaux d'une roche éruptive telle que la protogine ne pouvait s'expliquer que par un laminage, on admettait communément l'hypothèse suivante : Lors de la poussée qui a fait surgir la protogine, depuis longtemps solidifiée, cette roche et les schistes encaissants, serrés comme dans un étau pendant la surrection, s'étaient laminés ; et la poussée au vide avait déversé légèrement vers le dehors les feuillets produits, comme se déversent les épis d'une gerbe serrée en son milieu.

Depuis longtemps cependant, Alphonse Favre n'avait pas hésité à signaler le danger d'une telle généralisation, alors que les observations faites au voisinage de la cime étaient encore si rares. Et dressant une coupe à l'échelle, où il n'avait figuré géologiquement que les parties *réellement* connues, il faisait bien ressortir que ces parties ne formaient guère qu'une mince pellicule, dont il n'était pas prouvé que l'allure se prolongeât en profondeur.

Dans ces dernières années, M. Joseph Vallot, l'intrépide et persévérant observateur du mont Blanc, le constructeur de l'observatoire des Bosses, a constaté que la composition de la montagne était moins simple qu'on ne l'avait admis. Au voisinage du sommet, il a rencontré en plus d'un point des schistes, exempts de protogine, et autorisant la conclusion que, sous son manteau neigeux, la cime a pu conserver une partie de la

couverture schisteuse sous laquelle la protogine avait été autrefois injectée (1).

Des explorations plus récentes de MM. Vallot, Marcel Bertrand et Ritter permettront de compléter prochainement ces données nouvelles. Mais avant d'en parler. il convient d'attendre qu'elles aient fait l'objet d'une publication.

**La Lherzolite des Pyrénées.** — On sait combien il est souvent difficile, dans les montagnes, de déterminer les relations exactes d'une roche éruptive avec les terrains avoisinants. C'est ainsi qu'autrefois, à la suite d'observations trop rapides, on avait décrit, comme perçant le jurassique des Pyrénées, un granite en réalité ancien, et dont les couches jurassiques contiennent des débris, stratifiés dans leur masse.

La même incertitude a longtemps pesé. dans cette région, sur les circonstances de l'éruption de la curieuse roche basique granitoïde connue sous le nom de *lherzolite.* Mais la question vient d'être tranchée par M. Lacroix (2). Le savant professeur du Muséum n'est pas de ceux qui se contentent d'une visite hâtive. Il dresse sa tente au cœur de la montagne, explore à fond tous les abords des gisements, et ne les qnitte que quand il a recueilli des échantillons probants.

De cette manière, M. Lacroix a fait voir que la lherzolite forme une bosse intrusive au milieu d'un calcaire noir liasique, lequel, au contact immédiat, a perdu sa schistosité, et a été transformé en un calcaire blanc à très grands éléments, riche en microcline, amphibole, mica, dipyre, etc. D'autres fois, la lherzolite a changé des couches argilo-calcaires en cornéennes. Mais sa sortie est antérieure à la formation des brèches calcaires, parfois à éléments lherzolitiques, qui dans le pays forment la base du jurassique supérieur.

M. Lacroix a constaté que les phénomènes de contact des ophites pyrénéennes présentaient la plus grande ressemblance avec ceux de la lherzolite, et accusaient surtout l'intervention de fumerolles et d'émanations thermales. Avec le dipyre, la tourmaline, l'albite, le rutile, font partie des minéraux ainsi engendrés.

L'intervention de la chaleur est prouvée par la décoloration

(1). COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 1894.

(2) BULLETIN DES SERVICES DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE FRANCE, n° 42. 1895.

des sédiments, dont la matière organique a disparu et ne se montre plus qu'à quelques centaines de mètres du contact. Mais la température ne paraît pas avoir été très élevée.

**La Géologie du Labrador.** — Jusqu'ici les cartes géologiques étaient obligées de laisser en blanc l'intérieur du Labrador, cette vaste contrée qui s'étend de Terre-Neuve à la baie d'Hudson. Seuls, les rivages étaient coloriés en archéen, et l'on pouvait penser que cette formation s'étendait sur tout le pays.

Le voyage entrepris par M. Low (1), géologue canadien, a montré qu'il n'en était pas ainsi. De la baie d'Urgava jusqu'aux sources de l'East Main River et au lac Koniapiscow (situé par environ 540 mètres d'altitude), se poursuit une large bande de terrain précambrien, où dominent, comme aux bords du lac Huron, les grandes masses de minerai de fer, hématite, sidérose, fer spathique et jaspe. Ces minerais sont encadrés dans un puissant ensemble de grès, conglomérats et schistes, avec calcaires.

De plus, M. Low a constaté que les stries glaciaires de la contrée *divergent toutes* à partir du centre orographique, et que la vallée de la rivière Hamilton, une fois creusée, a dû être remblayée par des dépôts morainiques, à travers lesquels le cours d'eau actuel n'a pas encore retrouvé son ancienne profondeur.

Les dépôts marins, accusant un soulèvement postglaciaire, ne dépassent par 60 mètres d'altitude à l'embouchure de l'Hamilton, et cette hauteur diminue vers le nord. Une fois de plus il se vérifie que les contrées septentrionales ont été couvertes, non par une calotte de glaces partant du pôle, mais par des accumulations originaires de certains centres déterminés.

A. DE LAPPARENT.

(1) Voir PETERMANN'S MITTEILUNGEN, 1895, p. 143.

## BOTANIQUE.

—

**Membranes cellulaires végétales.** — Jusque dans ces dernières années, on avait fait beaucoup trop grande la part de la cellulose dans la composition des membranes cellulaires végétales.

Sans parler des substances minérales et des matières organiques incrustantes, on voit souvent se placer à côté de la cellulose, ou entrer en mélange intime avec elle, ou même s'y substituer complètement, des substances que le défaut de réactifs spécifiques connus empêchait de démêler.

C'est un des mérites de Mangin d'avoir recherché et précisé les caractères microchimiques de ces substances et d'en avoir fait connaître des réactions de coloration et autres propres à les signaler et à les distinguer.

Tel est le cas pour les composés pectiques et la callose dont certaines propriétés communes entretenaient la confusion avec la cellulose, et cela d'autant plus que, à défaut de données plus exactes, on se laissait aller à attribuer, malgré l'équivoque, à la cellulose pure des réactions qui effectivement n'appartiennent qu'aux mélanges de ces produits variés.

Notre intention n'est pas d'entrer dans le détail de ces recherches microchimiques disséminées de 1891 à 1894 dans le *Journal de botanique*, les *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris* et le *Bulletin de la Société botanique de France*. A s'en tenir aux résultats les plus généraux, il y a lieu de signaler l'importance des composés pectiques dont la forme initiale pourrait être la pectose, corps inerte facile à transformer, même par les réactifs microchimiques usuels, en corps solubles ou gélatineux tels que l'acide pectique, la pectine et finalement l'acide métapectique, produit ultime de la transformation, qui semble lui-même devoir être identifié avec l'acide arabique.

Dans les méristèmes et dans les tissus mous, parenchyme cortical, liber, collenchyme, etc., la pectose serait intimement fusionnée avec la cellulose dans toute l'épaisseur de la membrane cellulaire, au point de permettre à celle-ci de conserver sa forme et même son aspect extérieur après dissolution et élimination par le réactif de *Schweizer* de toute la cellulose.

L'acide pectique, sous forme surtout de pectate de chaux, con-

stituerait la membrane primaire, ou la substance intercellulaire de certains auteurs, avec les épaississements et les excroissances que cette espèce de ciment forme fréquemment dans les méats. Il en résulte naturellement que la dissociation des tissus peut être provoquée par tout traitement capable de transformer les pectates insolubles en pectates solubles, ou d'en mettre en liberté l'acide pectique. Tels, l'action successive à froid d'un acide dilué et des alcalis ou des sels alcalins, l'ébullition dans une solution faible de soude ou de potasse, l'ébullition prolongée dans l'eau pure, ou l'action d'organismes, tels que le *Bacillus amylobacter*, qui peuvent se développer aux dépens des composés pectiques.

Quelle serait, d'après cela, la nature de la mince cloison qui sépare les deux cellules-filles, dès que la division de la cellule-mère s'est opérée ? Son extrême délicatesse rend l'observation ardue et conséquemment la réponse difficile. Néanmoins, Mangin penche à croire qu'elle serait primitivement formée de pectates insolubles, mais très rapidement doublée de couches cellulosopectosiques. Plus tard, sous l'influence du protoplasme sans doute, la pectose des couches d'épaississement serait progressivement refoulée vers l'extérieur après transformation en acide pectique. Celui-ci passerait à l'état de pectate pour grossir les lamelles de substance unissante, et c'est la gélatinisation locale de celle-ci qui permettrait la disjonction partielle des cellules pour produire les méats.

Un autre point mis en relief par les travaux de Mangin, c'est l'intervention beaucoup plus généralisée qu'on ne le pensait de la callose dans la constitution des membranes, aussi bien chez les végétaux vasculaires que dans les champignons, où elle est, du reste, beaucoup plus fréquente. Indépendamment de sa présence connue depuis longtemps dans les tubes criblés, où elle n'est généralement que transitoire, et dans les cellules épidermiques, là surtout où se localisent les incrustations calcaires, soit à l'état diffus, soit à l'état cristallin, la callose se trouverait souvent dans d'autres tissus, surtout à la suite d'un traumatisme occasionné par une cause quelconque et même par le parasitisme des champignons.

Dans les champignons, la question se compliquerait de l'absence de caractères communs pour la membrane, même dans les limites d'un groupe parfaitement défini d'ailleurs. Les composés pectiques, la callose, la cellulose s'y rencontreraient, tantôt ici, tantôt

là, parfois à l'état plus ou moins pur, plus souvent à l'état de mélanges divers et variables d'un organe à l'autre.

La cellulose serait loin de s'y montrer partout, à titre de fond commun, comme chez les végétaux supérieurs. La callose y occuperait une place plus importante que dans les phanérogames, etc. C'est possible ; c'est même vrai sans doute dans une large mesure ; mais est-ce bien là le dernier mot de la question ? Nous ne le croyons pas, car nous ne pouvons admettre que la microchimie soit actuellement en état de débrouiller adéquatement la complexité de ces produits organiques où se dissimulent sans doute encore tant de substances dont la macrochimie n'a pu s'emparer jusqu'ici pour les définir sans équivoque et en créer l'individualité.

Ainsi, il a suffi à E. Gilson (1) de soumettre à l'analyse deux espèces de champignons, la *Claviceps purpurea* et l'*Agaricus campestris*, pour en extraire une substance que l'auteur désigne sous le nom de mycosine, dont la composition centésimale autoriserait la formule $C_{14}H_{28}N_2O_{10}$ ou une autre s'en rapprochant très fort, et qui paraît devoir être un dérivé azoté des hydrates de carbone, peut-être la méthylglycosamine $C_7H_{15}NO_5$, ce que l'étude de la structure moléculaire de ce produit pourrait seule faire connaître.

La mycosine se colore en rose violacé par l'iode en présence des acides. Cette substance, combinée avec d'autres dans la membrane, mais susceptible d'être mise en liberté par la potasse, n'a-t-elle pas été prise pour de la cellulose quand, en suite de l'action de la potasse sur la membrane de certains champignons, on a vu celle-ci se colorer en bleu violacé sous l'influence des réactifs iodés ?

On pourrait multiplier les exemples de ce genre.

D'autre part, que sont exactement les composés pectiques ou les hémi-celluloses de certains auteurs ? Le même chimiste en aurait isolé une, la paramannane, trouvée dans les membranes de l'endosperme de la graine de café, où son mélange avec la cellulose avait été désigné d'abord sous le nom de mannoso-cellulose. L'analyse lui ferait attribuer la formule $C_{12}H_{22}O_{11}$ ou un multiple de celle-là. Ce corps, obtenu à l'état vaguement cristallin par l'auteur cité, serait encore le seul dont l'individualité chimique

(1) E. Gilson. *Recherches chimiques sur la membrane cellulaire des Champignons*. LA CELLULE, t. XI.

serait près d'être établie. les autres n'étant encore connus que par les glycoses auxquelles ils donnent naissance par hydratation.

Bref, si avancée qu'elle soit, la microchimie reste impuissante à résoudre à elle seule ces questions.

Si l'on ne savait la difficulté de ces recherches, on pourrait regretter que les chimistes ne les aient pas plus largement abordées, pour fournir aux biologistes les faits primordiaux qu'ils ne peuvent atteindre et dont l'ignorance arrête les progrès.

**Noyau cellulaire.** — Faut-il admettre que toute cellule ait au moins un noyau ? Non, évidemment, si la question est posée d'une manière absolue. On sait en effet, pour l'avoir constaté dans des objets variés, que le noyau fait accidentellement défaut dans des cellules dont les pareilles n'en manquent pas normalement. Mais ce sont là des cas pathologiques, peut-on dire. On n'ignore pas du reste que, chez ces cellules, la vitalité est réduite, l'existence peu durable, la multiplication impossible.

La question ne se pose pas non plus pour les cellules suffisamment élevées en organisation: ce sont, comme on sait, de beaucoup les plus nombreuses. Chez elles la différenciation suffisante des éléments constitutifs permet toujours aisément la reconnaissance d'un ou parfois de plusieurs noyaux doués de caractères certains.

Mais en est-il de même dans les cellules les plus dégradées. pourrait-on dire, comme les bactéries et les levures, où la petitesse et l'absence de différenciation apparente autorise le doute et le laisse persister aussi longtemps que n'intervient pas une démonstration rigoureuse du fait ?

L'importance du rôle joué par le noyau dans la vie cellulaire, et spécialement dans la multiplication des cellules, semble impliquer, *à priori*, la présence de cet élément même dans les cellules qui, pour plus petites qu'elles soient et pour plus dégradées qu'elles paraissent, n'en présentent pas moins toutes les manifestations vitales essentielles.

Aussi, plusieurs savants, Mœller, Nils Sjöbring, Zukal, Ernst, et avant eux Bütschli et Zettnow, se sont-ils imposé la tâche de rechercher cet élément et d'en rendre manifestes la forme et les caractères, au moyen de procédés techniques appropriés. Ont-ils réussi ? Plusieurs l'affirment et on le croirait volontiers avec eux, si l'indécision n'était entretenue par leurs divergences de vues, quand il s'agit d'interpréter les résultats obtenus par des techniques variées où les procédés de coloration ont tout naturellement une part prépondérante. Ce qu'on regrette encore, c'est l'ab-

sence d'autres caractères qui feraient accepter sûrement pour de véritables noyaux les granulations colorées dont on fait état.

Tout au moins faut-il reconnaître que ces recherches ont déjà jeté beaucoup de lumière sur l'organisation intime, si peu scrutée jusqu'ici, de ces organismes inférieurs. Peut-être même renferment-elles déjà la solution définitive, qui sans doute s'en dégagera bientôt plus clairement.

**Effets de la lumière électrique continue sur les végétaux.** — Grâce aux installations électriques mises à sa disposition par la ville de Paris, G. Bonnier (1) a pu suivre, pendant une durée beaucoup plus longue que ses prédécesseurs, l'influence sur la végétation de l'éclairement électrique maintenu sans discontinuité, ou simplement substitué à l'éclairement solaire avec les périodes de repos que celui-ci comporte naturellement.

Il a opéré sur un nombre assez considérable de plantes variées, distribuées en quatre lots aussi semblables que possible et cultivées dans les mêmes conditions de température et d'humidité de l'air et du sol. Seules les conditions d'éclairement changeaient.

Le premier lot était soumis à un éclairement électrique continu ; le second, au même éclairement, de 6 heures du matin à 6 heures du soir, et à l'obscurité de 6 heures du soir à 6 heures du matin ; le troisième, aux conditions ordinaires d'éclairement solaire diurne et de repos nocturne : le quatrième était maintenu constamment à l'obscurité.

L'auteur tire lui-même de ses expériences les conclusions suivantes sur les modifications introduites dans les végétaux à la lumière électrique continue :

" 1°. La chlorophylle est plus développée et plus uniformément répandue dans toutes les cellules qui en contiennent à l'éclairement normal. De plus, les grains de chlorophylle peuvent même apparaître dans les éléments qui n'en contiennent pas à l'état normal, dans l'écorce jusqu'à l'endoderme, ou même dans les rayons médullaires, dans la moelle, parfois jusqu'aux cellules centrales de la moelle.

„ 2°. La structure du limbe de la feuille est simplifiée : le tissu en palissade est moins marqué ou disparaît totalement, l'épiderme a des cellules moins épaisses, les cellules corticales perdent

(1) G. Bonnier. *Influence de la lumière électrique continue sur la forme et la structure des plantes.* Revue générale de botanique, 1895.

leurs différenciations spéciales (transformation en sclérenchyme des Fougères, réduplication de la membrane des cellules corticales des feuilles de Pin, etc.).

„ 3°. La structure de la tige est simplifiée : l'écorce est moins nettement divisée en deux zones différentes ou même a tous les éléments semblables ; le liège est tardif ou peu développé, l'endoderme est moins net, ou même n'est plus distinct des cellules voisines ; le tissu cortical, le tissu des rayons médullaires et le tissu de la moelle sont formés d'éléments qui se ressemblent plus entre eux ; la sclérification et la lignification du péricycle ou des fibres du bois s'atténuent ou disparaissent totalement ; le calibre intérieur des vaisseaux est souvent plus grand ; la zone périmédullaire et le liber sont moins différenciés. „

L'action continue de la lumière électrique produit donc une sorte d'étiolement vert, caractérisé en même temps par la surabondance de la chlorophylle et la simplicité de la structure.

A la lumière électrique discontinue, la structure des végétaux se rapproche plus de la structure à la lumière solaire discontinue qu'à celle à la lumière électrique continue. Sauf le verdissement, elle est intermédiaire entre la structure normale et celle que cause l'obscurité continue.

Au point de vue de l'anatomie générale des végétaux, certains résultats de ces expériences suggèrent la possibilité d'établir, en quelque sorte expérimentalement, la subordination des caractères anatomiques en montrant quels sont les plus constants.

Ainsi, il a été observé que la lignification des vaisseaux du bois est à peine réduite, alors que celle des fibres du péricycle et des fibres ligneuses est complètement abolie ; que, dans la feuille du Pin, les replis caractéristiques des cellules de l'écorce disparaissent avant que la différenciation du bois soit entamée ; que la sclérification des tissus corticaux sous-épidermiques est fort inconstante ; que les caractères distinctifs de l'endoderme et du péricycle s'atténuent aisément, etc.

Si l'on modifie l'intensité de l'éclairement électrique discontinu, les modifications de structure, sans être aussi marquées, sont cependant analogues à celles que produisent les variations d'intensité de l'éclairement solaire. Une intensité plus grande renforce la cuticule, développe le tissu palissadique des feuilles, épaissit celles-ci, multiplie les stomates, etc.

A la même intensité, l'éclairement discontinu produit une différenciation plus grande que l'éclairement continu, ce qui prouve que la différenciation diminue du chef seul de la continuité de l'éclairement.

Enfin, l'auteur avait déjà montré antérieurement les différences de structure notables, d'après leur provenance, entre les plantes de mêmes espèces communes à la région arctique et à la région alpine de nos montagnes. Certaines de ces plantes, *Saxifraga oppositifolia*, *Silene acaulis*, *Salix reticulata*, provenant des Alpes et cultivées dans un air humide, à une température de 8° à 10° et à la lumière électrique continue peu intense, ont pris les caractères morphologiques et histologiques qu'elles présentent dans les régions arctiques, dont les conditions générales de milieu physique avaient ainsi été réalisées dans une certaine mesure.

**Germination des graines. Graines oléagineuses.** — Après un grand nombre d'observateurs, Sachs, Fleury, Detmer, Muntz, Schmidt et Mesnard, Leclercq du Sablon (1) vient de reprendre l'étude de la germination des graines oléagineuses.

Ses objets d'étude sont le ricin, le chanvre, le colza, le lin, le pavot, l'arachide et le soja. Il y dose à des intervalles rapprochés, pendant la durée de la germination, les matières grasses, les hydrates de carbone solubles dans l'alcool à 85°, glycoses et saccharoses, les hydrates de carbone insolubles dans l'alcool. Ces dosages sont faits simultanément sur la graine entière, sur la plantule seule, sur l'endosperme seul, soit que celui-ci ait été maintenu adhérent à l'embryon, soit qu'il en ait été détaché préalablement dans certaines expériences pour être mis isolément dans les conditions physiques de la germination.

On sait que la proportion d'huile décroît régulièrement dans la graine pendant toute la période germinative ; le fait a été bien des fois constaté.

Le mode de disparition de cette huile est moins bien connu.

L'auteur pense qu'il existe dans la graine une diastase, qu'il n'a pu d'ailleurs isoler, capable de donner naissance à des acides gras aux dépens de l'huile sans mettre de la glycérine en liberté. Pour formuler cette opinion, il s'appuie sur ce fait que, si l'on abandonne pendant 24 heures, dans une étuve à 20°, des graines de ricin pilées et délayées dans un peu d'eau, on y trouve une grande quantité d'acides gras proportionnelle à la quantité d'huile disparue ; mais la glycérine fait complètement défaut. Ce ne serait pas un simple phénomène d'oxydation au contact de l'air, car des graines desséchées à 45°, pilées et laissées en

(1) Leclercq du Sablon. *Recherches sur la germination des graines oléagineuses*. REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE, 1895.

contact avec l'air, sans eau, comme témoins, accusent à peine une légère production d'acides gras : ce ne serait pas non plus une simple saponification, car la glycérine n'est pas mise en liberté. Le fait serait dû à une véritable fermentation.

Les acides gras mis en liberté sont transformés pour donner naissance à des hydrates de carbone : mais ceux-ci ne sont pas utilisés complètement de suite après leur production, car on en trouve toujours en quantité notable dans la graine.

La quantité d'acides gras libres varierait beaucoup suivant les graines mises en expérience. Le colza et le lin en renfermeraient beaucoup plus que l'arachide. Dans certaines graines (ricin, lin, arachide), la proportion d'acides gras, par rapport à la substance sèche analysée, croît constamment pendant la période germinative. Dans d'autres (ricin, colza, pavot), la proportion d'acides gras passe par un maximum, mais la proportion d'acides gras par rapport à l'huile neutre croît constamment.

La transformation des acides gras en hydrates de carbone serait le résultat de l'activité du protoplasme liée à l'action respiratoire, sans intervention de diastase. On sait, en effet, en suite des expériences de Bonnier et de Mangin, que le rapport entre le volume d'anhydride carbonique émis et d'oxygène absorbé pendant la germination des graines oléagineuses, est supérieur à l'unité, ce qui accuse une utilisation interne de l'oxygène absorbé supérieure à la normale.

Le premier produit d'oxydation des corps gras, ainsi réalisé, serait un sucre non réducteur, une sorte de saccharose. Cette saccharose serait ensuite transformée en glycose par une diastase et assimilée par la plantule sous cette dernière forme seulement, car la graine de ricin présente d'abord dans l'albumen beaucoup de saccharose et peu de glycose ; plus tard la proportion de saccharose diminue et celle de glycose augmente, pendant que la plantule, nourrie aux dépens de l'albumen, ne présente que de la glycose.

L'amidon qui se forme en petite quantité pendant la germination des graines oléagineuses ne serait pas un intermédiaire obligé entre l'huile et la glycose, mais bien plutôt une réserve provisoire.

La saccharose, que l'on trouve souvent en quantité notable dans les graines oléagineuses, avant la germination, n'y serait non plus qu'à titre de réserve, pour être utilisée sous forme de glycose, après interversion, pendant la germination.

Dans la graine de ricin, la germination de l'albumen séparé de

l'embryon présente les même réactions que dans la germination normale, seulement les réactions s'y succèdent plus rapidement.

Des expériences inverses, ayant pour objet les graines jeunes en voie d'évolution vers la maturité complète, ont permis à l'auteur de constater que les sucres, d'abord abondants, y disparaissent peu à peu, à mesure que la proportion d'huile augmente.

Ainsi se trouve confirmée une fois de plus la notion, déjà généralement acceptée d'ailleurs, que l'huile et l'amidon jouent dans les graines un rôle comparable et peuvent même se remplacer dans des espèces voisines. Ce sont là les deux formes par excellence sous lesquelles les matières ternaires se mettent en réserve ; à la germination, les deux produits donnent par des processus différents de transformation les mêmes produits assimilables par la plantule.

**Graines à albumen gélatineux.** — Le même auteur (1), dans un second travail publié aussi dans le recueil déjà cité, a porté ses recherches sur la digestion des albumens gélatineux, comme en présentent certaines légumineuses : *Gleditschia triacanthos, Sophora japonica,* où les matières de réserve s'accumulent surtout dans les membranes épaisses et gélifiées des membranes endospermiques. Tout en suivant la transformation des produits dans la germination normale, l'auteur s'est de plus attaché, comme pour certaines graines oléagineuses, aux résultats obtenus dans des germinations fractionnées où l'albumen et les plantules étaient mis séparément dans des conditions favorables de germination.

Un premier point élucidé par ces expériences serait l'existence dans l'albumen d'une diastase lui permettant de germer isolément et d'opérer au moins partiellement la digestion de ses matières de réserve.

Il s'y forme en effet de la glycose aux dépens des membranes gélifiées. La glycose ainsi formée ne serait pourtant pas assimilée sous cette forme par la plantule, car celle-ci n'en renferme pas dans la germination normale. Par contre, on y trouve toujours un hydrate de carbone analogue aux dextrines, qui serait assimilé directement et qui serait le produit principal de la digestion des réserves gélatineuses de l'albumen.

(1) Leclercq du Sablon : *Sur la digestion des albumens gélatineux,* loc. cit.

La saccharose, abondante surtout dans les plantules non germées, y jouerait le rôle de réserve et ne se formerait qu'en très faible quantité dans la germination de l'albumen.

**Un nouveau chou fourrager.** — Dans un dernier bulletin (avril 1895), nous avons tâché d'intéresser le lecteur aux recherches récentes sur la greffe des plantes herbacées, et en particulier à celles de Daniel, qui laissaient entrevoir pour l'avenir certains résultats pratiques utiles.

Malgré les exemples déjà connus du contraire, on admettait auparavant, d'une manière trop exclusive, l'indépendance du greffon vis-à-vis du sujet ; en d'autres termes, on restreignait trop l'influence du sujet sur le greffon.

S'il est vrai cependant que le sol, les conditions climatériques, les soins de culture, etc., créent et entretiennent des variétés, pourquoi refuser d'une manière si radicale à la greffe, dont le sujet constitue pour le greffon un milieu si spécial, si différent du milieu naturel, une influence qu'exercent parfois de simples procédés culturaux ?

Sans doute, toutes les espèces ne sont pas également plastiques, toutes ne se laissent pas pétrir comme une cire molle entre les mains des expérimentateurs patients ; beaucoup se montrent, quoi qu'on fasse, invariablement revêches à toute variation importante, et la greffe peut n'avoir pas sur elles plus d'action que les pratiques variées de culture.

Trop exclusivement aussi on limitait les applications de la greffe aux espèces ligneuses, en raison de leur utilité immédiate.

La lenteur du développement de ces plantes, la longue attente de leurs fruits et de leurs graines, la rareté des semis, sont autant de raisons qui peut-être ont empêché d'enregistrer des résultats que l'on aurait pu obtenir, si l'on avait pu suivre avec plus d'attention la descendance séminale des individus greffés.

L'étude se simplifie quand il s'agit d'espèces herbacées annuelles ou bisannuelles, dont la descendance peut être aisément suivie par le même observateur dans l'intervalle de quelques années, durée suffisante pour se convaincre du succès ou de l'insuccès de l'entreprise.

Aussi, à la suite de ses expériences de courte durée, Daniel pouvait-il déjà publier cette conclusion : Les graines fournies par un greffon posé sur des sujets variés donnent souvent naissance à des plantes qui, à des degrés divers, participent à la fois du greffon et du sujet qui l'a nourri.

La plasticité du chou, sa variabilité témoignée par le nombre considérable de ses variétés actuelles, désignait tout naturellement cette espèce pour des essais de ce genre. Les tentatives faites dans cette voie et dans des vues utilitaires par Daniel n'auraient pas été vaines, si les résultats qu'il accuse dans une note (1) publiée dernièrement se confirment.

Ayant greffé sur chou-cabus, variété dite chou de Mortagne, très peu sensible aux rigueurs de l'hiver, le chou-rave, représenté par un rameau floral dont les boutons n'étaient pas encore visibles, pour empêcher la coulure, il en obtint des fleurs, qu'il préserva, grâce à certaines mesures, de la visite des insectes, et plus tard des graines mûres exemptes d'hybridation.

Ces graines récoltées en 1893 ont été semées en mars 1894, en même temps et dans les mêmes conditions que des moelliers, choux-gras, poitevins, rutabagas, choux branchus et choux-verts.

Toutes ces variétés ont été repiquées ensemble, dans le même sol, côte à côte, après qu'on en eut fait deux lots, dont l'un fut planté sur un terrain exposé au nord, l'autre sur un terrain orienté au midi, le but de l'expérimentateur étant de rechercher surtout le degré de résistance de ses nouveaux produits relativement aux autres variétés citées plus haut.

Avant l'hiver, Daniel a pu constater que ses nouveaux choux offraient une série de transitions entre le chou-rave et le chou-moellier, le tubercule étant moins gros, mais plus allongé et en forme de cône renversé. D'autre part, une moelle abondante, pleine, tendre, d'un goût sucré agréable, et des feuilles très nombreuses et serrées en faisaient déjà un produit très avantageux pour la nourriture du bétail.

Mais c'est surtout après l'hiver que ces avantages se sont traduits.

Alors que toutes les autres variétés avaient été victimes des rigueurs exceptionnelles de l'hiver dernier, soit qu'elles aient subi la pourriture en suite de l'humidité de l'automne, comme le moellier, soit qu'elles aient été plus ou moins complètement anéanties par les alternatives de gelée et de dégel, si funestes en général aux plantes d'hiver, particulièrement dans les cultures au midi, les choux nouveaux, tout en perdant leurs feuilles, résistèrent parfaitement, reprirent au printemps leur développement avec une grande vigueur et restèrent parfaite-

(1) L. Daniel. *Un Nouveau chou fourrager*. REVUE GÉNÉRALE DE BOTANIQUE, 1895.

ment utilisables pour l'alimentation du bétail, aussi bien par les formations nouvelles printanières que par la tige qui avait conservé toutes ses qualités et en particulier sa succulence.

L'auteur en a recueilli des graines préservées de toute hybridation. Si, comme il l'espère, la variété se reproduit avec les mêmes caractères et les mêmes propriétés, il aura réellement produit un chou-moellier de printemps, qu'il désigne dès maintenant sous le nom de Moellier du Comice, et qui serait appelé à rendre de grands services, dans certaines régions, pour l'alimentation des bestiaux pendant la période critique du printemps, alors que les fourrages verts sont si rares et d'autre part si utiles.

Outre qu'elle résiste parfaitement aux froids, cette variété fournit au printemps des pousses nombreuses, tendres, d'un goût parfait, qui pourraient être utilisées avantageusement comme brocolis-asperges et dont la culture maraîchère pourrait tirer grand parti.

Il n'est pas nécessaire d'aimer éperdument les choux, voire les brocolis-asperges, pour souscrire volontiers à ce vœu.

**Orges de brasserie.** — On sait que la valeur des orges pour les usages de la brasserie dépend de leur faible teneur en substances albuminoïdes. Les moins riches sont les plus recherchées.

Est-il possible de réduire cette teneur par des pratiques culturales ? Oui, répond Ientys, à la suite d'essais poursuivis pendant plusieurs années et publiés dans le *Bulletin de l'Académie des sciences de Cracovie.* Au dire de l'auteur, l'époque des semailles serait la cause principale de la plus ou moins grande quantité d'azote trouvée dans l'orge. En l'absence d'engrais chimiques, la proportion de matières protéiques se serait trouvée, en moyenne, de 2,39 p. c. supérieure dans les orges provenant de semailles tardives.

L'emploi des engrais azotés et surtout des engrais phosphatés serait cependant de nature à réduire notablement l'influence du retard des semailles et pourrait ramener à 0,82 p. c. l'enrichissement en azote du chef de ce retard.

L'effet de ces engrais sur les semailles hâtives serait généralement inverse et y déterminerait un enrichissement en azote.

Il en serait de même de la chaux, peut-être parce qu'elle favorise la formation de l'ammoniaque dans le sol.

ALPHONSE MEUNIER.

## CHRONIQUE AGRICOLE.

—

**Sommaire.** — Le Congrès agricole de Bruxelles de 1895. — Le Congrès vétérinaire de Berne. — Tuberculine et maléïne. — Police sanitaire des animaux domestiques. — Stérilisation de la viande tuberculeuse. — Cartes agronomiques. — Analyse du sol par la plante et par les engrais incomplets. — Syndicats agricoles en France et en Belgique. — Session annuelle de la Société des agriculteurs de France et de la Société nationale d'agriculture. — Exposition agricole de Cologne. — L'enseignement agricole primaire. — Progrès de l'enseignement agricole en Belgique. — Cours d'agronomie, de laiterie, écoles ménagères, écoles volantes. — L'Agriculture au Canada. La Ferme expérimentale d'Ottawa. Les " *Reports of the Dairy Industry* „. *Experiment Station Record* de Washington. — Opinion de la presse agricole américaine sur notre enseignement agricole. — Les parasites de l'agriculture au Canada, aux États-Unis et en Belgique.— Destruction du ver de la pomme et de la prune par le *vert* de Paris. — Commission internationale pour la protection des oiseaux insectivores. — Statistique agricole pour 1895.

Le Congrès agricole international s'est réuni l'année dernière à Bruxelles, et avait attiré dans cette capitale bon nombre d'agronomes étrangers.

Il était divisé en dix sections, et plus de quatre-vingt-dix mémoires avaient été présentés et imprimés avant l'ouverture de la session.

Plusieurs vœux, très utiles à réaliser, ont été formulés par les sections, discutés et votés en assemblée générale, notamment : " Que l'emploi systématique de la *tuberculine* et de la *maléïne* constituent les moyens les plus sûrs de faire disparaître la tuberculose et la morve chez les animaux domestiques. „

Ces deux propositions, émanant de M. Nocard, l'illustre assistant de Pasteur, et mal accueillies jadis, ont été votées également à une écrasante majorité au *Congrès vétérinaire de Berne*, qui s'est ouvert au moment où le Congrès agricole de Bruxelles clôturait sa session (16 septembre), et où la Belgique était représentée par plusieurs inspecteurs et professeurs vétérinaires et par l'inspecteur général de l'agriculture.

Le Congrès agricole de Bruxelles a aussi arrêté les bases sur lesquelles il y a lieu d'organiser le service de la police sanitaire des animaux domestiques.

On sait que, pour mieux atteindre ce but, le département de l'agriculture a constitué un service spécial de vétérinaires inspec-

teurs, et que, nonobstant les réclamations de cultivateurs peu éclairés, d'excellents résultats pratiques ont déjà été obtenus. On peut prévoir l'époque où la tuberculose notamment n'existera plus dans nos étables, où elle faisait tant de ravages et contribuait pour une part sérieuse à répandre le redoutable germe dans les populations rurales.

Le Congrès international d'agriculture formule aussi le vœu de voir le gouvernement intervenir auprès des administrations intéressées pour les engager à installer des appareils à stériliser les viandes.

Saint-Nicolas est la première ville en Belgique qui a fait depuis lors l'acquisition d'un appareil à stériliser les viandes. Cet appareil a fonctionné récemment pour la première fois devant M. le bourgmestre Van Naemen, MM. les présidents et secrétaires de sociétés agricoles, les inspecteurs Remy, Stubbe. du département de l'agriculture. L'opération a parfaitement réussi. La viande, soumise pendant trois heures à une température de 115° environ, a été retirée absolument cuite, ayant l'aspect d'un appétissant bouilli ; elle avait perdu environ 50 p. c. de son poids, mais on a recueilli 100 litres de bouillon excellent. La bête pesait, viande abattue, 210 kilos.

Toutes les personnes présentes ont goûté bouillon et bouilli, *coram populo*, afin de bien montrer qu'il n'y a aucun danger à cette dégustation ; puis on a procédé à la vente de la viande à raison de 50 centimes le kilo : en deux heures tout était vendu.

Les propriétaires d'animaux tuberculeux verront donc, à l'avenir, leurs pertes atténuées par l'installation de ces appareils à stériliser, et d'autre part il y aura là une source nouvelle de produits absolument sains d'alimentation à bon marché.

Comme on l'a fait observer déjà au Conseil supérieur de l'agriculture, dans ces conditions la viande provenant d'animaux tuberculeux constituera un excellent moyen de prévenir la tuberculose de l'homme, parce qu'elle permettra de remédier à l'insuffisance de l'alimentation des ouvriers agricoles qui, dans certaines régions de la Flandre et de la Campine, ne vivent guère que de pommes de terre (1).

Les *cartes agronomiques*, au même Congrès, ont fait l'objet d'un rapport de M. J. Pénard et d'une discussion à laquelle ont

(1) JOURNAL DE BRUXELLES, 12 octobre 1895. *Hygiène et agriculture.*

pris part plusieurs chimistes agronomes et géologues belges et étrangers.

" *Conclusions :* Le Congrès international, félicitant la Société d'agriculture de Meaux de sa courageuse initiative, et adhérant au rapport de M. Pénard, reconnaît l'utilité incontestable des cartes agronomiques qui, donnant des indications exactes sur la constitution, la composition et les propriétés du sol, aident les cultivateurs à déterminer la nature des engrais à employer.

„ *Vœu :* Il est désirable que les cartes agronomiques, suivant la proposition faite par la Commission belge de 1890, indiquent d'une manière toute spéciale l'existence dans le sol et dans le sous-sol des principales substances utiles ou nuisibles à l'agriculture, l'existence et la profondeur des nappes souterraines, les maxima et minima absolus et moyens de température, les moyennes maxima et minima d'eau tombée, ainsi que des périodes de sécheresse.

„ En outre, l'analyse doit être complétée par des indications sur la flore spontanée.

„ Il serait utile d'adopter pour la carte agronomique les teintes conventionnelles en usage pour les cartes géologiques. „

M. Proost a insisté tout particulièrement, dans cette section, d'accord avec M. Crispo, directeur du laboratoire agricole d'Anvers, sur la nécessité de tenir compte des données de l'*analyse du sol par la plante*, en rappelant notamment que des sables dont l'analyse chimique n'avait pas révélé la teneur en potasse *insoluble*, en contenaient néanmoins des quantités considérables, ce qui fut mis en lumière par les expériences de cultures en pots instituées au jardin botanique de l'Université de Louvain et par les champs d'expérience institués en Campine et dans les Ardennes (1).

La 3e section, ayant discuté avec soin le but que se proposent d'atteindre les syndicats agricoles coopératifs, recommande vivement aux cultivateurs l'organisation de ces institutions.

Elle estime qu'il convient de relier à des organes centraux les divers syndicats créés dans les plus petites localités.

Elle émet, en outre, l'avis qu'il y a lieu d'instituer des sociétés de forme très simple, jouissant de la personnification civile, qui leur permette la réalisation de ce programme.

(1) REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, *L'Analyse du sol par la plante*, juillet 1887 ; — IBID., *Chroniques agricoles*, 1890 à 1894.

La Société des agriculteurs de France a pris une part considérable dans la formation des syndicats agricoles en ces dernières années. Il suffit pour s'en convaincre de parcourir ses *Annales* et l'*Annuaire des syndicats agricoles*, par M. L. Hautefeuille (1).

Comme le constate M. Hautefeuille, l'agriculture française a été transformée en quelques années par les syndicats agricoles.

" Elle est devenue entreprenante, elle agit ; elle ne se groupe plus seulement pour banqueter, discourir et pétitionner (comme chez nous), mais pour acheter, pour vendre et pour se renseigner. "

Voilà ce que peut une société agricole bien dirigée, qui étend, de concert avec le gouvernement, ses ramifications dans tout le pays agricole.

C'est ce qui existe également en Allemagne (l'exposition de Cologne a mis cette année en pleine lumière la puissante direction de *Deutsche Landswirtschafts Gesellschaft)*, ce qui nous manque en Belgique, où les sociétés agricoles locales agissent isolément et où les comices sont profondément divisés dans plusieurs provinces par les passions politiques.

Le Congrès annuel des agriculteurs de France a coïncidé cette année, comme les autres, avec l'assemblée générale de la Société nationale d'agriculture et le grand concours du bétail.

Plusieurs membres distingués, parmi lesquels MM. Anatole Leroy-Beaulieu et G. Picot, ont prononcé un réquisitoire en règle contre le socialisme. " Le socialisme, a dit M. Leroy-Beaulieu, est la *négation de la méthode d'observation ; il procède* à priori, *selon la méthode géométrique, qui est abandonnée par toutes les autres sciences et qui ne peut être admise en sociologie.* " Il substitue à la contrainte féodale ou militaire la CONTRAINTE SOCIALE, dans la vie publique comme dans la vie privée.

" C'est un danger social contre lequel tous les citoyens soucieux de la grandeur de la patrie et de la conservation de l'ordre social ont le devoir de lutter de toutes leurs forces dans les campagnes. "

En terminant, M. Beaulieu constate l'*impuissance de l'État* dans cette lutte et compte surtout sur l'initiative privée.

M. Picot a fait ensuite appel aux sociétés agricoles et aux syndicats pour atteindre ce but. Il a invité la Société des agriculteurs à se joindre au comité de défense sociale, et préconisé

(1) Paris, 177, rue Vaugirard.

la publication de tracts de propagande à mettre au concours pour être distribués dans les campagnes.

Les protectionnistes comptent dans le sein des deux sociétés une majorité imposante ; et quoi qu'on en dise, le parti Méline est loin d'être battu.

Si la culture des céréales continue à prospérer en France — tandis qu'elle est ruinée en Belgique, — c'est à l'impôt de sept francs qu'elle le doit. Les mercuriales des derniers marchés l'attestent éloquemment, comme le faisait remarquer notamment M. le Mis de la Tour du Pin, en constatant l'écart de prix considérable entre les blés belges et français.

Avions-nous tort, lorsque nous réclamions récemment encore en Belgique un impôt sur les céréales non alimentaires, dites petites céréales ? Nos gouvernants ont-ils fait fausse route en accédant sur ce point au vœu de nos cultivateurs ? On ne peut, sans porter un coup mortel à l'économie rurale de nos régions agricoles les plus fertiles, laisser tomber à rien la culture de toutes les céréales. L'excellent projet de M. de Smet de Naeyer répond donc parfaitement à ce *desideratum*.

Nous avons entendu, également aux assemblées françaises du mois de février dernier, un délégué des professeurs départementaux développer longuement les conditions d'un bon enseignement agricole *primaire*. A ce point de vue, nous avons certainement distancé nos voisins par l'institution et la multiplication des conférences populaires dans les campagnes. En ce qui concerne particulièrement l'école primaire, le programme si simple, exposé à Anvers par notre service technique de l'agriculture, nous paraît le plus pratique.

A quoi bon surcharger le programme de l'enseignement primaire, comme on surcharge le programme de l'enseignement moyen ?

Si l'on apprenait uniquement aux enfants de la campagne à *lire*, à *écrire* et à *calculer*, on obtiendrait de bien meilleurs résultats qu'en leur enseignant un tas de choses où ils ne voient que du feu, et *qu'ils ne retiennent pas*. Tout au plus, l'instituteur rural peut-il développer l'attention chez les enfants et leur inculquer le goût de l'observation par des exercices intuitifs qui ont pour objet les phénomènes de la nature, au moyen de collections formées sous sa direction, dans l'école, par les enfants eux-mêmes. Cette simplification présenterait aussi l'inappréciable avantage

de résoudre, dans l'avenir, la redoutable question scolaire. C'est ce que les Américains, gens pratiques s'il en fut, ont compris depuis longtemps. C'est aussi ce que la première section du Congrès agricole de Bruxelles a voté à l'unanimité sur la proposition de l'inspecteur général de l'agriculture, qui a fait visiter aux congressistes une école primaire rurale dont l'instituteur comprend toute la portée de l'enseignement intuitif des sciences naturelles. Le Congrès a voté également cette proposition de la première section : " Qu'il convient de développer l'enseignement des sciences naturelles dans les établissements d'instruction à tous les degrés (1). "

*Progrès de l'enseignement agricole.* — Indépendammeut des écoles officielles de Cureghem, Gembloux, Gand, Vilvorde et Huy, le département de l'agriculture a continué, en 1895, à subsidier un grand nombre d'écoles libres .

Au 1er octobre de l'année dernière, le nombre des écoles subsidiées par le département comprenait cinq écoles libres d'horticulture, seize écoles libres d'agriculture et *neuf écoles ménagères agricoles.*

De plus, quinze écoles *moyennes* ou *normales libres* recevaient une subvention pour l'organisation d'un cours spécial d'agriculture. Actuellement, à ce nombre sont venues s'ajouter : une école libre d'agriculture, trois écoles ménagères agricoles et quatre nouvelles écoles moyennes qui reçoivent une subvention pour le cours spécial d'agronomie. L'enseignement de la laiterie continue à se développer rapidement dans toutes nos régions agricoles. Le département de l'agriculture a institué de nouvelles écoles volantes de laiterie et de fromagerie dans les provinces d'Anvers, de la Flandre orientale et du Brabant.

Dans les provinces de Liége, de Luxembourg, de Limbourg, du Hainaut et de Namur, les sessions de laiterie se sont succédé sans interruption. Ces cours sont très goûtés et donnent de bons résultats ; ils ont provoqué l'organisation de coopératives sur divers points du pays, notamment dans la province de Limbourg (27 associations).

Pour 1895-1896, l'arrêté du 14 septembre dernier fixe des cours dans 285 localités.

Les cours de maréchalerie, institués à Cureghem, Liége, Péruwelz et Namur, ont été maintenus.

(1) Voir ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENT. DE BRUXELLES, assemblées générales d'avril 1894 et 1895.

Enfin, les cours d'arboriculture fruitière ont été l'objet d'un remaniement complet par un arrêté du 15 février 1895. Le nombre des leçons a été porté de 12 à 18. De plus, un arrêté de la même date a décidé que l'on créerait des cours spéciaux de culture maraîchère.

Les cours d'agronomie dans les écoles moyennes de l'État et les athénées ont été réorganisés en vertu d'un arrêté ministériel du 2 janvier 1895. Dix-sept cours ont été institués dans des écoles moyennes et deux dans des athénées. — Le nombre des cours d'agronomie pour adultes s'est élevé pour l'hiver 1894-1895 à 258, soit trente de plus que pour la période précédente.

Comme les années précédentes, le ministre vient d'arrêter le programme des cours d'agronomie, comprenant quinze leçons, qui seront données dans les principales communes de la Belgique, du 15 octobre au 1er mars.

Les leçons consisteront en conférences sur les cultures et procédés de culture, les assolements, le sol cultivé, les industries agricoles, les foires et marchés, les rendements, les crises agricoles, etc. Le professeur abordera ensuite l'exposé des éléments de la science agricole, traitant surtout des engrais naturels et chimiques et de la manière dont on peut connaître la valeur d'un sol et les éléments fertilisants qui lui manquent.

Les leçons traiteront encore de la sélection des plantes, du contrôle des engrais et des semences, des méthodes rationnelles du travail mécanique du sol, de l'alimentation rationnelle du bétail, du traitement rationnel du lait, du beurre et du fromage, des notions pratiques de culture maraîchère et d'arboriculture et des notions élémentaires d'économie rurale et de comptabilité agricole (1).

Les agronomes de l'État contrôleront cet enseignement, et se tiendront à la disposition des professeurs pour leur fournir tous les renseignements nécessaires.

Divers journaux politiques et agricoles ont analysé le livre de M. Van Bruyssel, ancien conseil général de Belgique au Canada (2).

Cet ouvrage, peut-être un peu trop optimiste, contient des

(1) Il a paru récemment en Belgique un excellent *Traité de comptabilité agricole*, élémentaire et pratique, à la portée de l'enseignement moyen et primaire supérieur, par M. H. Minet, agent comptable de M. Hasard à Thuin.

(2) JOURNAL DE BRUXELLES, 14 déc. 1895 : *Le Canada*, par M. Ferdin. Van Bruyssel : Agriculture — Élevage — Sylviculture — Colonisation.

renseignements statistiques très intéressants, des données précieuses sur les rendements agricoles, la colonisation et l'avenir de l'agriculture dans ce pays.

Depuis la publication de cet ouvrage, nous avons reçu les derniers fascicules des Bulletins de la ferme expérimentale centrale du gouvernement canadien à Ottawa : " Résultats d'expériences de semailles de graines à différentes dates, maladies de la pomme de terre, insectes nuisibles, „ etc.

La lecture de ces Bulletins est éminemment suggestive. Elle prouve que l'on rencontre partout les mêmes obstacles à la diffusion de la science agricole, malgré les efforts des savants et des gouvernements. Ainsi l'auteur constate que les cultures des fermiers expérimentés donnent des produits comparativement faibles, parce que le grain a été semé trop tôt ou trop tard. Aux fermes expérimentales des provinces de l'est, beaucoup de parcelles ont été ensemencées trop tard, tandis qu'aux fermes de l'ouest quelques-unes ont été ensemencées trop tôt. " Il ne semble pas que ce soit trop que de s'attendre à ce que les cultivateurs intelligents, dans tout le Canada, obtiennent des rendements égaux aux moyennes que nous avons eues dans ces expérimentations aux fermes expérimentales, où beaucoup de parcelles ont été ensemencées dans des conditions si défavorables. Les fermes expérimentales ne sont pas des fermes-modèles quant à la qualité du sol ou à sa fertilité ; et il y a beaucoup de bons cultivateurs qui, avec un meilleur sol, peuvent produire et produisent des récoltes plus fortes qu'aucune de celles des fermes expérimentales ; malheureusement, beaucoup d'autres sont loin d'en faire autant, et la production moyenne des récoltes des cultivateurs du Canada, considérées dans leur ensemble, est loin d'être ce qu'elle devrait. „

Si l'on considère la vaste étendue des terres cultivées au Canada, une faible augmentation de rendement par acre forme un total surprenant dans la production du grain de tout le pays. Suivant le recensement, le terrain ensemencé en 1890 en avoine, en blé et en orge, était de 7 735 547 acres répartis comme suit : avoine, 4 129 769 ; blé, 2 723 884, et orge, 881 894.

L'augmentation d'un seul boisseau d'orge par acre, à un centime la livre, ajouterait annuellement près d'un million et demi de dollars au revenu des cultivateurs du Canada ; la même augmentation d'un boisseau par acre à la récolte de blé donnerait un autre million et demi, et à celle de l'orge un demi-million de plus.

Les cultivateurs du Canada ne peuvent gouverner le prix du grain sur le marché, mais il ne paraît y avoir aucun doute qu'ils ne puissent, en semant leur grain au moment le plus favorable dans chaque province et territoire, et en usant d'intelligence dans le choix des variétés les plus productives pour semence, augmenter considérablement la production annuelle.

Le *Report on the Dairy Industry and Agriculture,* publié par le gouvernement canadien " by order of the legislature „, a consacré plusieurs pages à nos écoles de laiterie et à nos écoles ménagères agricoles : *Instruction on the Domestic Economy of the Farme House.*

La presse agricole des États-Unis rend également hommage aux efforts tentés par notre gouvernement, notamment en ce qui concerne l'industrie laitière, les conférences agricoles populaires, les écoles régionales libres subsidiées, etc. *(Expériment Station Record,* Washington, Government Printing Office).

Le gouvernement canadien publie aussi régulièrement de petits *tracs* de vulgarisation, comme ici le département de l'agriculture, notamment sur ce qui concerne l'industrie laitière, la sélection des plantes et des animaux, l'entomologie agricole.

Il est à noter que beaucoup de parasites de l'agriculture au Canada et aux États-Unis sont analogues ou même identiques aux nôtres (1).

Sir James Fletcher, entomologiste et botaniste du gouvernement canadien, recommande comme un remède sûr contre les ravages des insectes mordants (broyeurs : Coléoptères, Orthoptères, etc.) le vert de Paris. Ce sel étant très vénéneux et caustique, il faut l'appliquer en faible quantité sur les feuilles au moyen d'un bec de pulvérisation. On mélange 1 livre de vert de Paris avec 200 gallons d'eau, en y ajoutant 1 livre de chaux fraîche. Il importe d'appliquer ce liquide en fine pulvérisation; pour bien mélanger le vert de Paris avec l'eau, il faut d'abord en faire une bouillie épaisse avec un peu d'eau chaude, et ajouter ensuite la quantité d'eau voulue.

On sait que, cette année, les récoltes des pommes ont été fort compromises en Belgique par le vert de la pomme, qui n'est autre

(1) Voir REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, t. XIII et XIV, avril-juillet 1883. *Les Parasites de l'agriculture en Europe et aux États-Unis,* par A. Proost.

que la chenille d'un petit papillon *(Carpocapsa pomonella)*. Le même insecte, connu en Amérique sous le nom de *Codling moth*, a été combattu efficacement par le mélange indiqué ci-dessus et appliqué au moment de la ponte des œufs. Les dommages causés aux vergers du Canada par cet insecte s'élèvent à des centaines de milliers de dollars, selon M. L. Woolverton.

Dans l'est du Canada, cet insecte ne donne ordinairement qu'une ponte par an. A l'ouest de Toronto il y en a deux, dont la seconde est la plus destructive. Alors on ne peut se contenter d'une ou deux applications au commencement du printemps, aussitôt *après* la chute des fleurs : partout où il y a deux pontes, il est bon d'entourer les troncs en automne de grossiers canevas, de liens de foin ou de quelque autre refuge où les chenilles viennent filer leur cocon, qu'on peut détruire facilement avant qu'elles ne se métamorphosent au printemps en papillons. En Californie, on a reconnu qu'il y a au moins *trois* générations par an.

Le vert de Paris, appliqué au printemps, détruit aussi beaucoup d'autres parasites des feuilles, tels que les arpenteuses, chenilles à tentes, etc. Il est également efficace contre le charençon de la prune à l'état d'insecte parfait, tel qu'il apparaît au printemps, alors qu'il ronge les bourgeons, les feuilles et les jeunes rameaux, avant de pondre dans les jeunes fruits. Cependant M. W. Peart (Ontario), observateur sérieux, n'a pas obtenu des résultats aussi concluants dans son district.

L'emploi de la bouillie bordelaise, comme remède préventif de la maladie des pommes de terre, a produit, au Canada comme en Belgique, les meilleurs résultats.

Les dernières nouvelles qui nous parviennent de l'état des récoltes du Manitoba ne sont pas faites pour confirmer toutes les données optimistes de l'ouvrage de M. Van Bruyssel.

Les récoltes sont meilleures cette année que l'an dernier, mais le prix du blé va toujours en descendant, fr. 3.50 les 54 kil., fr. 7 les 100 kil.

*Bruxelles en Manitoba* possède aujourd'hui un curé, un médecin et un juge de paix belges, le dernier étant en outre agriculteur et littérateur. Cette région est certainement une des plus saines de l'Amérique du nord, et dans laquelle nos compatriotes s'acclimatent le plus facilement.

Le bulletin officiel de 1895 contient un rapport très intéressant de M. S. A. Bedford sur la ferme expérimentale du Manitoba.

Dans le courant de l'été s'est réunie à Paris, au ministère de l'agriculture, sous la présidence de M. Méline, la Commission internationale pour la protection des oiseaux insectivores; les délégués du gouvernement belge étaient MM. Proost, inspecteur général, et Gilbert, directeur du service de la chasse. Le rapport de M. Sagnier au Congrès agricole de Bruxelles détermine les bases de l'entente survenue, après de longs débats, entre les représentants des diverses nations.

Nous avons signalé à diverses reprises la disparition ou la diminution croissante, en Belgique comme en France, de certaines espèces utiles, en dépit des règlements et des instructions des gouverneurs. Aussi longtemps que les instituteurs ruraux ne s'entendront pas avec les autorités communales pour protéger ces charmants auxiliaires de l'agriculture, nous croyons que rien ne sera fait. On ne saurait assez encourager, à ce point de vue, l'initiative de certains maîtres d'école, qui ont formé dans leur village et parmi leurs élèves une ligue pour la protection des oiseaux et particulièrement des oiseaux sédentaires. Car il importe de distinguer les oiseaux qui nichent dans le pays de certains oiseaux de passage dont la protection est beaucoup moins efficace. Nous croyons que, sur cette base, l'entente est possible entre chasseurs et agriculteurs. Il importe également de distinguer les insectivores proprement dits des omnivores comme le moineau, ce pillard des jardins et des potagers, qui fait le désespoir des directeurs de nos champs d'expérience (1).

Les rendements en céréales et en pommes de terre ont été très satisfaisants cette année, nonobstant la période de pluie intempestive survenue du 20 juillet au 15 août.

La betterave à sucre donne une moyenne saccharine élevée de 13 à 14 p. c., mais le rendement par hectare est médiocre et ne dépasse guère trente mille kilos (2).

Les emblavures en froment ont sensiblement diminué dans nos terres riches, où elles ne donnent plus de bénéfice. Elles ont fait place à l'avoine, favorisée d'un droit protecteur par la nouvelle loi votée cette année au Parlement belge, malgré l'opposition des

(1) Voir l'*Almanach agricole* de M. G. Dock, publié par la Société belge de librairie, 1896, p. 127 : " Conseil supérieur de l'agriculture ".

(2) D'après M. Gieseker, la production sucrière s'élèverait à 207 000 tonnes de sucre brut pour la Belgique, contre 205 000 tonnes pour la campagne précédente.

socialistes et des radicaux, voire même d'un certain nombre de conservateurs.

L'ensemencement du lupin dans le seigle et du trèfle dans le froment continue à produire d'excellents résultats au point de vue de la sidération, c'est-à-dire de la fixation de l'azote atmosphérique dans le sol. Dans la Campine, notamment, plusieurs cultivateurs intelligents ont réussi à mettre en valeur des sables stériles par la méthode usitée dans l'Altmark, que nous avons préconisée depuis longtemps dans cette *Revue*, à une époque où la fixation de l'azote libre de l'air n'était guère admise par les physiologistes et les agronomes officiels. La vesce velue et le trèfle incarnat donnent également de bons résultats avec le plâtre, les phosphates basiques ou les superphosphates. Le trèfle incarnat, qui exige une terre bien tassée, lors des semailles, se sème en été, après une récolte d'orge, de seigle ou de froment. Certaines variétés, très précoces, permettent la mise du bétail au vert de bonne heure et l'ensemencement d'une autre plante avant la fin du printemps.

La culture du tabac continue à prendre de l'extension en Belgique, surtout depuis la réduction de l'impôt. La région ardennaise qui borde la Semoy s'est transformée en quelques années par le développement de cette culture, moins aléatoire que la culture du lin qui a été abandonnée dans d'autres parties de l'Ardenne, où elle avait donné certaines années de beaux rendements, notamment à St-Jean près de Laroche.

La perception d'un impôt sur la fabrication du tabac, proposée par M. de Smet de Nayer, aura pour conséquence de rendre la fraude impossible ; les tabacs étrangers étant ainsi *tous* imposés, ceux de qualité inférieure disparaîtront pour faire place au tabac indigène. C'est ce que M. D'Hont et M. Struye, sénateurs, ont fait très justement observer dans une réunion des comices de la Flandre occidentale. On ne saurait assez encourager par de sages mesures législatives ces cultures industrielles, qui aujourd'hui permettent seules à beaucoup de cultivateurs de nouer les deux bouts de l'an. Les cultivateurs qui réalisent des bénéfices sans recourir à une industrie agricole, en Belgique, sont devenus presque introuvables. Ce fait, relevé par nos agronomes, mérite d'être mis particulièrement en lumière, car il donne une juste idée de la situation précaire de la première de toutes nos industries.

Les doctrines manchestériennes du laisser faire et du laisser passer sont, quoi qu'on ait dit, généralement repoussées par nos

campagnes, qui persistent à voir dans la concurrence étrangère la principale cause de leur ruine, parce que l'on n'a pas cessé de confondre le libre échange avec la libre entrée sans réciprocité, ce qui constitue un jeu de dupes.

V. D. B.

---

## SCIENCES SOCIALES.

—

**Les assurances.** — Le Vte d'Avenel a publié dans la REVUE DES DEUX MONDES une série d'articles sur le mécanisme de la vie moderne. L'étude parue dans le numéro du 15 septembre 1895 est consacrée aux assurances. L'assurance sur la vie ne date en France que de ce siècle-ci. C'est en 1819 que fut fondée La Générale. Sous l'ancien régime avaient existé des tontines, qui toutes avaient succombé après une existence précaire. Depuis 1819, l'assurance a pris en France un grand développement. Les capitaux souscrits par l'ensemble des Compagnies françaises, depuis leur fondation jusqu'en 1859, s'élevaient à 354 millions, le total des contrats était de 400 000 ; en 1880, les contrats étaient au nombre de 400 000 et les capitaux se chiffraient à quatre milliards ; à la fin de l'année dernière, ils s'élevaient à 10 1/2 milliards. Les assurances en cours à cette date montaient à 3 milliards 550 millions, les rentes viagères, à plus de 53 millions.

L'épargne ne remplit pas le même rôle que l'assurance. En versant au commencement de chaque année mille francs d'assurance, l'homme de 30 ans garantit à ses héritiers un capital de 40 000 francs au jour de sa mort. Il lui faudrait 24 ans pour amasser une somme équivalente, en économisant mille francs par an qu'il placerait à intérêts composés au taux de 4 p. c. Qui peut se flatter d'avoir devant lui 24 ans de vie ?

Quelle est la clientèle des sociétés d'assurances ? Cette clientèle ne descend pas au-dessous de la petite bourgeoisie. Elle ne comprend pas la classe ouvrière. La France est d'ailleurs un des pays où l'assurance est le moins étendue. Proportionnellement à la population, il y a en France deux fois moins d'assurés qu'en

Allemagne, Suisse, Danemark et Norvège, trois fois moins qu'en Autriche, Belgique et Hollande.

D'après l'auteur, sur mille habitants, il y en aurait en France 7, et en Angleterre 360, qui auraient une assurance de capitaux. On a calculé le coût des assurances nécessaires à l'ouvrier. Il s'élèverait, d'après un statisticien allemand, à 216 fr. par an, représentant fr. 0,70 par jour de travail. Moyennant ce sacrifice qui, avec les salaires actuels d'un grand nombre d'industries, n'est pas au-dessus des forces du travailleur, celui-ci se garantirait : 1° une rente annuelle de 433 fr. pour ses vieux jours; 2° un secours de 150 fr. par an en cas d'infirmités ; 3° une allocation temporaire de 12 fr. par semaine en cas de maladie ou de chômage ; 4° en cas de mort prématurée, une rente de 500 fr. destinée à nourrir et à élever ses enfants jusqu'à l'âge de 16 ans.

Les sociétés d'assurance mutuelle viennent seulement d'entrer en scène en France. La Mutuelle Normande a joint la branche vie à l'incendie.

Les primes des assurances françaises sont encore actuellement très élevées. A l'âge de 30 ans, pour s'assurer, en cas de décès, un capital de 10 000 fr., il faut payer aux grandes sociétés françaises 267 fr. par an, tandis qu'on ne paie que 240 fr. en Allemagne, 233 aux États-Unis, 223 en Angleterre et 204 en Autriche.

Aussi les anciennes sociétés françaises d'assurance ont-elles fait d'énormes bénéfices.

Les dix-sept sociétés françaises d'assurance ont ensemble un capital de 50 millions, versés ; ce capital donne 9 millions, soit 18 p. c. de revenu. Six de ces dix-sept sociétés, qui ont versé 21 millions de capital, ne donnent aucun bénéfice. Sept autres, avec 25 millions de capital, gagnent 1 200 000 fr. Les quatre principales, avec un capital de 4 millions seulement, ont rapporté, en 1894, 8 millions à leurs actionnaires.

Les difficultés pour les sociétés nouvelles proviennent de la très grande concurrence des sociétés étrangères. Celles-ci ont le champ libre ; aucune réglementation ne vient gêner leur activité. Au contraire, la législation et le pouvoir administratif ont mis à l'action des sociétés françaises des entraves multiples. Par exemple, une seule société française a la faculté de placer une partie de ses fonds en valeurs étrangères. Le législateur a mal rempli son rôle. Au lieu d'une réglementation abusive, il devrait se contenter d'une surveillance répressive.

**Les précurseurs du socialisme au XVIII^e siècle**, par André Lichtenberger (1). — On est parfois porté à exagérer les tendances socialistes des écrivains du XVIII^e siècle. Sans doute, on trouve dans leurs œuvres des critiques contre la propriété et la société; mais, dans l'ensemble, ces questions tiennent peu de place. Elles ne sont qu'accessoires.

Aujourd'hui, le socialisme présente un caractère scientifique qu'il ne pouvait avoir au siècle dernier, alors que l'économie politique venait de naître. Il prend pour raison d'être aujourd'hui l'existence d'un quatrième état souffrant. Au XVIII^e siècle, la vue des classes travailleuses ne pouvait suggérer des idées de réformes socialistes.

Les paysans désiraient l'appropriation individuelle et absolue des terres. Les ouvriers, relativement peu nombreux, s'ils n'étaient pas des privilégiés satisfaits, ne réclamaient qu'une chose : la liberté du travail. Les réformes qu'ils demandaient étaient celles que la révolution française a consacrées.

Dans les écrits du XVIII^e siècle, le socialisme apparaît en général, soit comme une théorie morale, soit comme un argument philanthropique. Il revêt, avant tout, une forme littéraire et philosophique.

Jusqu'au milieu du siècle, trois noms seulement sont à retenir : le curé Meslier, d'Argenson, Montesquieu.

Vers 1750, l'idée d'égalité s'empara des esprits. On commença à se préoccuper de la situation matérielle des hommes. Les attaques contre la société devinrent plus fréquentes. Trois hommes étaient alors au premier plan : Morelly, dont l'œuvre, avant tout morale, contient une violente critique de la propriété; Rousseau, dont le discours sur l'inégalité des conditions fut le point de départ de toute une littérature, et Mably.

Les attaques contre la propriété ne furent pas systématiques. C'était de l'égalité civile, de la liberté du travail, de l'abolition des droits féodaux, que l'on attendait tout le bien. Pour sentir le besoin d'autres réformes, il fallait avoir reconnu l'insuffisance des résultats obtenus.

En résumé : les écrivains du XVIII^e siècle ne sont pas des socialistes, mais, par les critiques qu'ils formulèrent et par l'influence qu'eurent leurs écrits, ils sont de réels précurseurs du socialisme et méritent de figurer dans son histoire.

(1) NOUVELLE REVUE, 1^er sept. 1895.

**Le Congrès de Breslau.** — L'ASSOCIATION CATHOLIQUE (15 novembre 1895) consacre quelques pages au Congrès socialiste de Breslau. La question agraire y a été soulevée et a amené des débats qui ne sont pas sans intérêt. Trois commissions avaient été chargées d'élaborer un programme agraire. Elles présentèrent, au nom des socialistes de l'Allemagne du Sud, de l'Allemagne du Centre et de l'Allemagne du Nord, trois projets. On trouvera ces documents reproduits dans l'article indiqué. Ils avaient ce caractère commun de ne pas attaquer la petite propriété. Sur la proposition de Kauntsky et Schippel, la majorité du Congrès rejeta ces trois programmes comme trop opportunistes, et contraires aux idées socialistes.

Cet article examine ensuite sommairement les causes de souffrance de la population agraire en Allemagne et les remèdes qu'on a tenté d'appliquer.

Il rappelle les lois de 1886 et 1889 qui rétablissent les rentes foncières. Elles ont été complétées par la loi du 7 juillet 1891, qui, en créant les *Rentenbanke*, concilie ingénieusement la possibilité pour l'acquéreur de se libérer par de simples prestations périodiques, avec le désir bien naturel chez le vendeur de toucher immédiatement le prix intégral de l'immeuble.

D'autres mesures importantes regardent la transmission des biens de paysans. Moyennant l'inscription sur un registre foncier, le *Höferolle*, le père de famille peut se constituer un bien de famille, soumis à des règles spéciales au point de vue des aliénations, des saisies et surtout de la successibilité. Voici les lois relatives à cet objet dans les différents états :

Hanovre, loi du 2 juin 1874, complétée par les lois du 24 février 1880 et du 20 février 1884. — Westphalie, 30 avril 1882. — Brandebourg, 10 juillet 1882. — Silésie, 24 avril 1884. — Schleswig, 2 avril 1886. — Hesse, 1er juillet 1887. — Bade, 23 mars 1888.

**L'impôt successoral progressif en France.** — M. Paul Leroy-Beaulieu étudie, dans l'ÉCONOMISTE FRANÇAIS (23 novembre 1895), les conséquences probables de la loi votée récemment par la Chambre des députés, établissant l'impôt progressif successoral. Dans l'opinion de l'auteur, grâce à l'extension de la fraude, le produit du droit diminuera plutôt que d'augmenter. Actuellement, la fraude est devenue très minime en fait de valeurs mobilières. Cela est dû à diverses causes : au grand nombre de titres nominatifs, aux dépôts dans les banques, aux

partages judiciaires, etc. Le fait est d'ailleurs certain. La fortune de la France peut être évaluée à 200 ou 210 milliards: 70 milliards de propriétés rurales ; 40 milliards de propriétés bâties ; 90 ou 100 milliards de fortune mobilière.

En 1893, il a été payé 188 400 000 fr. de droits successoraux, dont 103 416 000 fr. pour les meubles et 84 984 000 fr. pour les immeubles. La situation était analogue en 1892.

En 1893, l'ensemble des valeurs successorales s'est élevé à 5 741 280 000 fr., dont 2 896 316 527 fr. pour les meubles et 2 844 964 069 fr. pour les immeubles.

On voit par cette comparaison des valeurs successorales mobiliaires et immobiliaires, et des droits successoraux payés pour les meubles et immeubles, que la dissimulation de la fortune immobilière ne peut être considérable. Avec l'impôt progressif, peu à peu la conscience du contribuable reviendra à l'état ancien, il se considèrera comme en situation de légitime défense. Il s'armera contre le fisc.

En Angleterre, à la suite de l'établissement d'un impôt progressif sur les successions, le chiffre des biens mobiliers declarés en 1894-1895 n'a été que de 141 421 000 liv. st., ou 3 milliards 535 millions de francs, contre 159 688 000 l. st. ou environ 4 milliards de francs en 1893-1894: donc une diminution de 460 millions.

Le maximum de la taxe successorale en France sera de 4 p. c. en ligne directe ; 9 p. c. entre époux ; 14 p. c. entre frères et sœurs ; 16 p. c. entre oncles et neveux ; 18 p. c. entre cousins germains ; 20 p. c. entre étrangers. Il faut remarquer qu'on ne déduit de l'actif brut que le passif constaté par acte authentique. Le passif chirographaire, pas plus que les frais de liquidation, qui sont souvent de 15 ou 20 p. c., ne sont pas admis en déduction.

**La Propriété**, par John Dillon (1). — L'AMERICAN LAW REVIEW publie le discours prononcé à Albany par l'Hon. John Dillon devant l'Association du barreau de l'État de New-York. Il semble que la défense du droit de propriété soit actuellement un des sujet préférés des légistes. Fait en Amérique et au point de vue américain, ce travail devait nécessairement présenter pour nous des aspects originaux. Un de ceux qui étonneront peut-être le plus le lecteur est l'opinion de l'auteur sur le régime successoral,

(1) *Property, its Rights and Duties in our Legal and Social Systems*, by Hon. John F. Dillon. AMERICAN LAW REVIEW, March-April 1895.

tel qu'il existe en France et en Amérique. Tandis que beaucoup de nos économistes tournent volontiers les yeux vers la liberté testamentaire dont jouissent les peuples anglo-saxons, M. Dillon, au contraire, aspire à voir établir dans son pays le partage forcé. On se plaint en Belgique et en France du peu de stabilité de la propriété ; lui se plaint, au contraire, du peu de mobilité et de l'excessive concentration qui la caractérise en Amérique. Peut-être cependant mettrait-on d'accord beaucoup d'économistes des deux rives de l'Atlantique, en disant que les latifondies, la concentration de la propriété amenée par l'usage de la liberté testamentaire et les fidéicommis sont un mal en Amérique, tandis que l'instabilité des petits patrimoines causée par le partage forcé n'est pas un moindre mal en France et en Belgique ; qu'on peut critiquer le régime successoral américain relativement à la grande propriété, et le régime successoral français relativement à la petite.

En Amérique, la propriété a plus qu'en Europe un rapport immédiat avec le travail. Aussi la réfutation des attaques socialistes, disant que la propriété privée a pour base la force et la fraude, est particulièrement facile. L'auteur nous montre fort heureusement le travail du pionnier conquérant à l'agriculture le sol vierge de l'Amérique. Pourquoi s'impose-t-il ce travail et ces sacrifices, sinon parce que cette parcelle de terre est sienne et que, désormais, il en est le maître ? A quel résultat serait-on donc arrivé si l'on avait, comme le veulent les socialistes, nationalisé le sol, l'état en gardant la propriété ?

C'est en vendant le sol à un prix presque nominal, et ensuite en le donnant sous le régime du Homestead, pour qu'il soit occupé et cultivé en parcelles limitées par un grand nombre de propriétaires, qu'on est arrivé à ce développement magnifique de l'agriculture. C'est là à la fois le fondement moral et le fondement utilitaire du droit de propriété. Ainsi la propriété s'unit inséparablement à la personnalité du propriétaire. La propriété est en réalité un droit personnel, et non cette incompréhensible abstraction appelée droit des choses. Jehring l'exprime d'une façon frappante : " En faisant un objet mien, je lui imprime la marque de ma propre personne. Quiconque l'attaque, m'attaque. Le coup qui le frappe, me frappe, car je suis présent en lui. La propriété n'est que la périphérie de ma personne étendue aux choses. „ Jehring dit encore, plus loin, une parole qu'il est bon de répéter : " Ce n'est que par un rapport constant avec le travail que la propriété peut se maintenir fraîche et puissante. „

Incidemment, à propos des attaques contre la propriété par l'exercice du droit de taxation, l'auteur s'occupe des impôts progressifs. Appliqué de bonne foi, comme moyen de subvenir aux dépenses publiques, l'exercice du droit de taxation n'est qu'une question d'utilité pratique. Tout autre est sa portée si l'on prétend qu'il implique le pouvoir de détruire la propriété, ou tout au moins de corriger l'inégale distribution de la richesse. Il apparaît alors comme une législation de classe du type le plus vicieux. Dans une démocratie, tout le monde a des droits, tout le monde doit donc participer aux charges. Une telle législation aurait pour but d'exempter une classe de sa part proportionnelle aux charges publiques, et de l'imposer à une autre classe ; elle créerait un antagonisme fatal, et ferait émigrer le capital.

Le dernier chapitre de cet article est consacré aux devoirs de la propriété. Il s'agit ici des devoirs sociaux et non des devoirs légaux de la propriété. C'est ce que les légistes appellent des devoirs imparfaits. D'après l'auteur, les enseignements du divin Sauveur, à mesure que le monde s'élèvera à leur plus pleine conception, auront dans ce domaine un empire plus vaste et plus bienfaisant. La leçon chrétienne à dégager des faits actuels est que nous devons augmenter, approfondir, revivifier le sentiment de la responsabilité de la société, pour le bien de tous ses membres.

Le possesseur d'une grande fortune est un débiteur envers la communauté. Le pouvoir de l'État a protégé et préservé cette fortune, et elle doit toute sa valeur à l'existence d'une société organisée. Le propriétaire a donc des obligations qui dépassent ce que connaît la loi. Citons-en quelques-unes, d'après M. Dillon : s'identifier avec la vie commune de son milieu et employer au bien de cette communauté le pouvoir et l'influence que lui donne la richesse ; — rechercher la popularité par une bienfaisance intelligente, active et quotidienne ; — s'intéresser soi-même activement à l'éducation, au progrès public, à des charités publiques et privées. Le sentiment public considère avec réprobation le riche qui meurt sans avoir attaché son nom à quelque œuvre d'éducation, de philanthropie, de charité.

Si nous ne faisons pas ce que commandent l'histoire et le devoir, grâce à l'agglomération de la population, pesant d'un poids toujours plus lourd sur les moyens de subsistance, grâce à la séparation sans espoir du riche et du pauvre, classes hostiles et sans communications, sans intérêts et sympathies communs, grâce au développement du prolétariat portant le

bulletin de vote d'une main et le fusil de l'autre, nous verrons bientôt ce triomphe de la révolution prédit par Lasalle.

**L'agriculture en Prusse.** — Le ZEITSCHRIFT FÜR DIE GESAMMTE STAATSWISSENSCHAFT, 1895, IV, reproduit les résolutions qui ont été prises par le Conseil d'état de Prusse au sujet de la question agraire. Dans la séance du 20 mars, le Conseil d'état s'est occupé de l'organisation du crédit. Dans la séance du 21, il a délibéré sur les mesures à prendre pour augmenter la valeur des produits agricoles. Il a d'abord rejeté la proposition du comte Kanitz tendant à mettre entre les mains de l'État le monopole du commerce des céréales. Il croit qu'il faut surtout viser à diminuer les frais de production et de circulation des produits agricoles : diminution du prix des matières brutes nécessaires à l'agriculture, protection de la production du sucre et de l'eau-de-vie, extension de la formation de *Rentengüter*, diminution du prix et amélioration du crédit. Il y a lieu aussi de prendre en considération la question monétaire. Le détail des résolutions, trop long à reproduire, se trouve textuellement dans la revue.

Le même numéro fournit des renseignements sur la situation hypothécaire du sol en Prusse. Les rapports des employés des livres fonciers montrent que l'endettement de la terre augmente régulièrement. Sur 1250 divisions pour l'ensemble du territoire, il n'y en a que 176 où l'on renseigne une diminution de l'endettement depuis le 1er avril 1886. Dans une pareille situation, ce n'est pas le propriétaire, mais le capitaliste, comme créancier gagiste ou hypothécaire, qui possède la plus grande valeur existante de la propriété. Le progrès de l'endettement, même là où il est compensé par une augmentation de la valeur du sol, montre donc les progrès de la tradition de la meilleure partie de la valeur des terres à des personnes étrangères à la propriété foncière. Il montre aussi un amoindrissement de la position de la propriété foncière, et de sa force de résistance.

**L'assurance municipale** (1). — L'activité des conseils municipaux ou communaux a une tendance à s'étendre à des domaines nouveaux, et spécialement à s'appliquer à des entreprises industrielles. Ils deviennent, comme le disait M. Chamberlain, directeurs d'une grande entreprise coopérative dans laquelle

(1) *Municipal Fire Insurance*, by Robert Donald. CONTEMPORARY REVIEW, November 1895.

chaque citoyen est un actionnaire. Une heureuse administration justifie l'établissement d'entreprises nouvelles. Certains conseils ont demandé au parlement l'autorisation de prendre possession des téléphones ; d'autres étudient la constitution d'un office municipal d'assurances contre l'incendie. L'arbitraire des compagnies d'assurances a attiré l'attention sur ce point. Au Canada, la ville de Toronto a déjà proposé à la législature un bill l'autorisant à établir un office d'assurances.

A Londres, on eut, de 1678 à 1682, un office d'assurances à Guildhall. Il ne put résister à la concurrence des sociétés privées, contre laquelle on n'avait pris aucune mesure.

En quelques cantons de Suisse et dans certaines parties de l'Allemagne, on trouve des exemples heureux d'assurances mutuelles contre l'incendie organisées par des pouvoirs publics.

A Bâle-Ville, l'assurance contre l'incendie est faite à la satisfaction générale par un institut d'assurances mutuelles, générales, obligatoires.

A Toronto s'était formé un *Insurance Ring*, qui avait augmenté considérablement les tarifs d'assurances. Les compagnies avaient des bénéfices de 10 à 75 p. c. Les primes étaient de 25 p. c. trop élevées. Toronto a proposé à la législature de l'Ontario un bill rédigé à l'imitation des lois suisses. Chaque cité ou comté pourrait adopter cet acte et, sur un vote des électeurs, établir des bureaux municipaux d'assurances contre l'incendie.

La question des assurances municipales est intimement liée à celle de l'amélioration des mesures préventives contre l'incendie. Un comité de la Chambre des communes s'est occupé de l'emploi des lampes à l'huile défectueuses. Il y a de même à faire de meilleurs règlements sur la construction des maisons, les théâtres et les musées, à pourvoir les villes d'eau sous pression...

Quand les risques de la propriété sont réduits au minimum par des moyens parfaits de protection, qui exigent une grande dépense, c'est alors le cas de réunir en un même office municipal l'assurance et la protection contre l'incendie. L'argument tiré du danger de la concentration des risques ne s'applique pas si les moyens de protection sont sérieux et si l'assurance est générale.

Assurance contre l'incendie et lutte contre l'incendie vont naturellement ensemble. Il est à remarquer que souvent, lorsque les risques diminuent, les compagnies réduisent leurs primes. En revanche, lorsque l'efficacité des moyens publics de protection

contre le feu est augmentée, elles n'augmentent pas proportionnellement leur contribution à cet objet. Telle est au moins la situation à Londres.

Ce qui poussera à l'établissement d'assurances municipales, ce sont les grandes exigences que manifestent en certains cas les compagnies. Malgré la concurrence effrénée qu'elles se font, elles ont formé un comité de tarifs commun, qui règle ou revise les charges à imposer à certains risques. Une variété de risques a-t-elle amené des pertes, on élève les tarifs d'une façon uniforme. Ainsi a-t-on fait pour les entrepôts de Manchester, pour les fabriques de ciment, pour les imprimeries où l'augmentation a été de 100 p. c. Aussi l'association des imprimeurs de Birmingham et du Midland a-t-elle envoyé une pétition pour l'établissement d'assurances municipales.

On peut considérer comme un acheminement vers ce système le fait que les corporations municipales deviennent de plus en plus leur propre assureur. Les compagnies se sont montrées très exigeantes à l'égard des villes. Parfois, elles ont élevé la prime de 2 à 6 sh. pour 100 livres.

On cite une ville où les compagnies syndiquées ont voulu faire passer la prime de 2 sh. à 1 liv. 1 sh. pour 100 livres. Cette ville fut assez heureuse pour pouvoir s'assurer aux anciennes conditions à un *Non-Tariff Office.*

A Londres, à Manchester, à Glasgow, la question de l'assurance des bâtiments municipaux par la ville elle-même est à l'étude, ou a déjà été résolue. Un exemple caractéristique est celui du *London School Board,* qui, en se faisant son propre assureur, a déjà économisé un fonds de réserve de 30 000 livres.

ALB. JOLY.

---

## SCIENCES INDUSTRIELLES.

—

**Accidents d'appareils à vapeur.** — D'après une publication du Ministère des Travaux publics de France, il y a eu dans ce pays, en 1894, 38 accidents survenus dans l'emploi des appareils à vapeur; 15 personnes ont été tuées, 20 blessées.

11 accidents ont été attribués à une surchauffe par manque d'eau ;

4, au développement de pressions trop fortes ;

3, à des corrosions intérieures ;

3, à une surchauffe par l'effet des dépôts ou des matières grasses ;

2, à l'emploi de chaudières à petits éléments où la circulation était mal assurée ;

15, à des causes diverses.

**Les chaudières à petits éléments, au point de vue de la sécurité.** — Les chaudières multitubulaires ou à petits éléments sont les plus recommandables au point de vue de la sécurité : leur emploi exclut d'une manière que l'on peut rendre à peu près absolue l'éventualité des accidents à grands effets dynamiques ; et il est relativement facile de prévenir les accidents de détail, dus aux avaries des tubes bouilleurs, ou de rendre les conséquences de ces accidents inoffensives pour les personnes.

Pour prévenir les accidents, il y a lieu :

1° D'assurer la régularité dans l'alimentation : *a)* en surmontant le faisceau vaporisateur d'un réservoir mi-partie plein de liquide, d'une large capacité ; *b)* en veillant à la constitution et au fonctionnement irréprochables des appareils d'alimentation (pompes, petits chevaux, injecteurs, etc.) : ne jamais fermer en marche, autant que possible, dans les générateurs Belleville, le robinet gradué d'alimentation ; ne pas employer le même appareil pour alimenter à la fois des générateurs à pression différente ; *c)* en évitant l'obstruction des tubes bouilleurs : employer des systèmes de circulation simples, sans parties rétrécies, faciles à visiter et nettoyer totalement ; éviter les causes d'entartrement et d'embouage, régler judicieusement les vidanges, pratiquer des nettoyages complets et suffisamment fréquents ; *d)* en évitant une vaporisation trop active eu égard aux facilités du renouvellement et de la circulation de l'eau dans le faisceau des tubes bouilleurs ; conduire les feux avec une suffisante modération.

2° De visiter soigneusement et fréquemment les générateurs, notamment aux endroits où des fuites se sont produites.

3° De n'employer que des chaudières dans lesquelles le faisceau des tubes surchauffeurs est noyé complètement, et ce pour éviter les ouvertures de ces tubes.

4° D'éviter les projections de bouchons : ne pas resserrer les joints d'une chaudière en pression ; ne pas agir sur les écrous de serrage avec des clefs de trop grande longueur; employer de préférence des dispositions autoclaves.

Afin de rendre autant que possible inoffensives pour les personnes les avaries auxquelles sont sujettes les chaudières à petits éléments :

1° Munir les ouvertures de chargement de portes qui, en dehors des temps de chargement, sont invariablement fixées dans la position de fermeture, soit par l'adjonction d'un verrou à ces portes, soit par l'adoption de portes s'ouvrant vers l'intérieur (fermetures autoclaves) ;

2° Fermer complètement les ouvertures des cendriers ; n'y conserver qu'une porte solidement barricadée, qu'on ouvrirait de temps à autre pour l'extraction des cendres et des crasses, et quelques regards habituellement fermés d'une manière solide et destinés à introduire le ringard pour piquer le dessous de la grille ; amener par un carneau latéral ou inférieur l'air destiné à la combustion ; — ou bien munir l'ouverture du cendrier d'une porte tendant à se fermer sous l'influence de la moindre pression intérieure ;

3° Barricader solidement les portes des boîtes à tubes, de manière à ce que la fermeture soit permanente.

4° Donner au fourneau, d'une part, une solidité générale suffisante pour obvier au danger d'éclatement et, d'autre part, y ménager une "paroi faible" pour écouler éventuellement les bouffées de pression dans une direction inoffensive ;

5° Donner aux chaufferies ou chambres de chauffe une large aération et des issues faciles dans une direction parallèle à la façade du massif des générateurs (1).

**Récipients d'acide carbonique liquide.** — La conservation de l'acide carbonique liquide dans des bouteilles en fer offre de graves dangers d'explosion ; elle a occasionné déjà bon nombre d'accidents.

En Allemagne, on impose aux fabricants une épreuve officielle, renouvelable tous les trois ans, et constatant que les bouteilles supportent, sans fuite et sans déformation permanente, une pression de 250 kilogr. par centimètre carré.

La question a été récemment discutée dans une séance de la

(1) ANNALES DES MINES.

Société des ingénieurs civils de France. Les avis suivants ont été exprimés :

Il serait préférable d'abaisser à 175 kilogr. la pression d'épreuve, et il conviendrait de ne faire travailler le métal qu'aux sept dixièmes du coefficient correspondant à la limite d'élasticité ;

Afin d'éviter le trop grand emplissage, on pourrait rendre obligatoire l'indication sur chaque bouteille du poids du récipient vide et du poids maximum de l'acide carbonique qu'on peut y introduire. Un moyen simple pour s'assurer que le remplissage exact n'est pas dépassé consisterait à prolonger la tubulure d'entrée du liquide en la faisant pénétrer dans la bouteille ; on pourrait alors, aussitôt après le remplissage, vérifier par une rapide ouverture du robinet si c'est du gaz qui sort ou du liquide;

Les fonds des bouteilles résisteraient mieux à la presssion s'ils étaient bombés comme dans les presses hydrauliques ;

Pour éviter le danger des soudures imparfaites, il faudrait donner la préférence à l'acier doux sans soudure sur le fer forgé, ou bien adopter le système des fonds vissés, comme pour les obus;

Enfin, il faut éviter soigneusement d'exposer les récipients au soleil ou de les placer au voisinage d'un foyer (1).

**Les ustensiles en aluminium.** — M. Balland a fait à l'Académie des sciences de Paris une communication relative aux ustensiles en aluminium employés dans l'armée : bidons, quarts, gamelles.

Le poids de ces ustensiles offre des écarts assez notables, provenant, en grande partie, du plus ou moins de rapidité avec laquelle s'est effectué le décapage à la soude : on sait que ce corps, comme la potasse, attaque l'aluminium avec une extrême violence.

Les ustensiles en aluminium offrent une résistance suffisante à l'usure et aux frottements, ainsi qu'à l'action du feu, des aliments et des boissons. Toutefois, au contact prolongé avec l'eau, et surtout avec l'eau salée, l'aluminium du commerce est attaqué aux endroits où il retient des impuretés (particules de fer, de silicium, de carbone, d'alumine, de soude, etc.), autour des rivets fabriqués en alliages d'aluminium, et aussi au niveau de l'eau, là où l'air et l'eau agissent en commun.

La proportion d'impuretés dans l'aluminium du commerce varie de moins de 1 jusque 8 p. c.

(1) BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS.

**Alliages d'étain et de nickel.** — D'après des expériences faites par le Comité consultatif d'hygiène publique de France, les alliages d'étain avec 1 à 3 p. c. de nickel résistent parfaitement à l'attaque des acides et des alcalis dilués ; ils peuvent être fort avantageusement substitués aux alliages d'étain et de plomb ou d'étain et d'antimoine pour la fabrication de la poterie dite d'étain, ainsi que des mesures de capacité.

**Celluloïd et succédanés.** — Le celluloïd fabriqué à Crefeld, par la *Deutsche Cellulosine Fabrik*, est composé comme suit :

| | |
|---|---|
| Binitrocellulose | 100 à 110 parties |
| Camphre | 48 à 50 „ |
| Huile de ricin | 20 à 24 „ |
| Alcool à 95°. | 65 à 70 „ |
| Blanc de zinc, bleu d'outremer, matières colorantes diverses | 30 à 40 „ |

Ce produit est destiné à l'imitation du linge, à la fabrication de balles pour enfants, ambre artificiel, cuir artificiel, visières de casquettes pour militaires, etc.

L'outillage de l'usine de Crefeld comprend : une presse à bloc, une presse à galette, une presse hydraulique, un accumulateur de pression de 200 atmosphères, un laminoir, une raboteuse, une essoreuse, un moulin à broyer, une presse à matter.

L'établissement est installé dans une partie agglomérée de la ville: il paraît que la nitrocellulose, mélangée à de l'oxyde de zinc humide, ne présente aucun danger d'explosion. La nitrocellulose est, d'ailleurs, fabriquée en dehors de l'usine.

Un chimiste autrichien vient d'inventer un succédané du celluloïd qui ne présente pas le danger d'inflammation de ce dernier. Il a donné à cette substance le nom d'*hyaline*. Elle se compose de coton-poudre, colophane, laque, copal, résine dammar et térébenthine. Le produit est dénitré et rendu incombustible. Il est inodore, demi-transparent, fort tenace et très élastique (1).

**L'industrie des chiffons.** — Les chiffons subissent, chez les marchands et les négociants en gros, un premier triage qui les divise en trois catégories : 1° Les chiffons à base végétale : lin, chanvre, coton, jute, phormium, aloès; 2° les chiffons à base animale, comme la laine et la soie; 3° les chiffons demi-laine ou laines mélangées.

(1) REVUE INDUSTRIELLE.

Les chiffons à base végétale sont réservés pour la papeterie. Les chiffons à base animale sont destinés à l'effilochage pour la fabrication des draps ou des engrais. Les demi-laines sont employées à la fabrication des draps après avoir subi l'opération de l'épaillage; ou bien on les soumet à un traitement, par exemple par la vapeur sous pression, qui dissout la laine destinée à servir d'engrais et permet de retenir la fibre végétale pour la papeterie.

Les chiffons végétaux sont soumis à un second triage, à l'effet de séparer les toiles blanche, écrue, grise, brune et bleue, les cotons blancs et de couleur, les balles et emballages, les cordages, etc.

Les plus grandes précautions doivent être prises au point de vue sanitaire dans la manipulation des chiffons.

A Marseille, les ballots arrivant au port sont ouverts et désinfectés au chlore.

Avant de procéder au triage, il convient de soumettre les chiffons, surtout lorsqu'ils proviennent de l'étranger, à l'action de la vapeur d'eau sous pression ou à l'action d'un courant d'air chaud (110°) saturé par quelques jets de vapeur, dans le double but de détruire les organismes pathogènes et de diminuer la production de poussières pendant le triage.

Les chiffons de qualité inférieure sont passés au bluteur avant d'être triés.

Lorsqu'on trie des chiffons très secs, il est bon de pulvériser de l'eau froide.

En cas de chiffons très poussiéreux et très malpropres, il est nécessaire de déposer devant les ouvriers un tube aspirateur en communication avec une conduite générale, à l'extrémité de laquelle se trouve un fort ventilateur.

Les ateliers doivent, dans tous les cas, être spacieux, bien éclairés et bien ventilés. Pour conserver leur atmosphère dans un état constant de salubrité, on pourrait y envoyer de l'air ozonisé, au moyen d'un ventilateur combiné avec un ozoniseur (1).

**Les nouvelles applications industrielles de l'électrochimie.** — De notables progrès ont été réalisés durant ces derniers temps dans les applications industrielles de l'électrochimie. Rappelons-en quelques-uns des plus marquants.

*Épuration des eaux alimentaires.* On fait d'abord passer

(1) REVUE DE CHIMIE INDUSTRIELLE.

le courant en employant des électrodes platinisées ; puis on électrolyse avec des électrodes en aluminium, en vue de produire de l'alumine hydratée, laquelle clarifie complètement l'eau et fait disparaître le goût désagréable dû à la présence d'ozone et de peroxyde d'hydrogène. On peut aussi électrolyser directement au moyen d'électrodes en aluminium.

*Tannage.* On soumet les peaux à une compression et à un frottement entre des rouleaux traversés par un courant. L'absorption de la matière tannante est ainsi facilitée. Ce procédé est appliqué notamment à Orbe en Suisse.

*Raffinage du sucre.* Dans plusieurs raffineries allemandes, le sirop est soumis pendant dix minutes à l'action du courant, en employant des électrodes en zinc ou en aluminium. Les matières colorantes organiques sont détruites par oxydation et une grande quantité des sels organiques présents sont enlevés.

*Fabrication de la céruse.* Divers procédés sont à l'essai. Ils sont basés sur l'électrolyse de solutions d'acide azotique, d'azotate sodique ou d'acétate d'ammoniaque avec des électrodes en plomb, en présence d'un courant d'acide carbonique ou moyennant l'intervention de carbonate sodique.

*Fabrication de la soude et du chlore.* La soude électrolytique semble être à la veille de remplacer la soude Leblanc et la soude à l'ammoniaque. Divers procédés ont été expérimentés avec succès.

On fait fondre le sel marin et on le met en contact avec une anode en charbon et une cathode en plomb. Le plomb forme avec le sodium un alliage qu'on retire de temps en temps ; le chlore est conduit dans des bacs à chaux.

M. Castner sépare le sodium à l'état métallique et le fixe à du mercure. Ce procédé est celui qui jouit actuellement du plus de vogue.

D'autres inventeurs décomposent la solution de sel marin au voisinage d'une cathode en fer. La soude caustique, qui s'écoule en même temps qu'une partie de la solution de chlorure, est séparée par évaporation et concentration.

*Fabrication de l'aluminium.* L'aluminium est aujourd'hui fabriqué exclusivement par électrolyse de l'alumine dissoute dans un bain de fluorures d'aluminium et de sodium en fusion. L'alumine se décompose, tandis que les sels servant à sa dissolution ne subissent pas l'influence du courant.

*Fabrication du carbure de calcium.* On trouvera mentionnés ci-après quelques-uns des usages du carbure de calcium.

Ce corps s'oblient, d'après le procédé Wilson, en soumettant un mélange de poussières de charbon et de chaux à l'action d'un four électrique identique à celui dans lequel s'effectue la réduction de l'aluminium (1).

**Les usages du carbure de calcium.** -- Le carbure de calcium décompose l'eau à froid en donnant naissance à de l'acétylène, lequel peut être utilisé notamment pour l'éclairage, ainsi que pour la synthèse de l'alcool, du sucre, de la benzine et de divers autres composés organiques.

*Éclairage à l'acétylène.* La flamme de l'acétylène est blanche et éclatante; son pouvoir éclairant est beaucoup (quinze fois environ) plus élevé que celui du gaz ordinaire.

Le prix de revient de l'acétylène, préparé au moyen du carbure de calcium, est à peu près le même que celui du gaz de houille.

Le Conseil municipal de Paris a mis à l'étude l'application de l'acétylène à l'éclairage.

*Fabrication de produits divers au moyen de l'acétylène.* Sous l'action de l'hydrogène naissant, l'acétylène se transforme en éthylène, qui, traité par l'acide sulfurique et l'eau, donne à son tour l'*alcool éthylique*. On calcule que le prix de revient de l'alcool ainsi obtenu ne dépasserait guère celui de l'alcool actuellement fourni par l'industrie; et l'alcool d'acétylène offrirait sur l'alcool de fermentation et de distillation l'avantage d'être chimiquement pur.

On se rappelle la proposition, déjà faite il y a quelques années, de fabriquer du *sucre saccharose* en combinant l'éthylène avec l'acide carbonique et l'eau.

On sait que, par le passage de l'acétylène à travers un tube de fer porté au rouge clair, il se forme de la *benzine*.

La découverte d'un procédé facile et économique de fabrication de l'acétylène semble donc devoir être féconde en applications pratiques (2).

J.-B. ANDRÉ.

(1) REVUE INDUSTRIELLE.
(2) REVUE INDUSTRIELLE; — L'INGÉNIEUR CIVIL; — LE MONITEUR INDUSTRIEL; — etc.

## GÉOGRAPHIE.

—

### Les dernières expéditions arctiques.

**Voyage d'exploration de M. Th. V. Garde au Grönland en 1893** (1). — La mission confiée par le gouvernement danois au lieutenant Garde avait un double objet :

1° Dresser un relevé plus exact et plus détaillé que ceux que l'on possède actuellement des contours de la côte grönlandaise dans sa portion la plus méridionale, et de cet archipel touffu qui la borde et auquel les marins danois ont donné le nom de *Skjergaard*.

2° Explorer la région extrême de l'*Inlandsis* vers le sud.

M. Garde s'est acquitté avec un égal succès des deux parties de sa tâche, favorisé d'ailleurs par le temps exceptionnel qui a régné dans ces parages pendant l'été de 1893.

Il a réussi à côtoyer en canot les côtes de l'île de *Nunarsuit* et à pénétrer dans les fjords profonds qui la découpent, ce que nul navigateur n'était parvenu à faire avant lui. C'est une haute terre située en face d'*Ivigtut* par 61° lat. N. et 50° long. W., et constituée par une chaîne de granit gris et de syénite rouge. Ses falaises abruptes se dressent à 500 et à 800 mètres au-dessus du flot. Le lieutenant danois a pu visiter l'intérieur. L'île est déserte, sauf un village de 50 Esquimaux, et présente sur toute sa surface un plateau élevé, rocheux, creusé de ravines étroites et profondes. Sa faune comprend des perdrix, des lièvres, des renards bleus parcourant ses vastes escarpements mornes et dénudés, que des touffes de broussailles chétives parsèment çà et là de plaques vertes.

Après cette exploration importante, l'expédition a parcouru le *Skjergaard* en tous sens et pu déterminer ou rectifier la position de deux mille îlots, rochers et écueils.

M. Garde a consacré douze jours, du 16 au 28 juin, à l'exploration de la lisière méridionale de l'Inlandsis. On sait que la surface de la grande coupole glacée est extraordinairement tourmentée sous le 62° 30′ lat. N., où Jensen l'a parcourue, tandis que sous le 68° lat. Nordenskjöld a rencontré un terrain plus uni. Il était intéressant de connaître l'aspect de l'Inlandsis vers son

(1) Tour du monde, 1895.

extrémité méridionale, sous le 61° parallèle. Sa frange bordière, sur une largeur de 45 kil., est très crevassée. Les explorateurs y ont constaté l'existence d'un double système de crevasses, tracées dans deux directions opposées qui se coupent à angle droit. Le glacier se trouve ainsi comme carrelé, découpé en une multitude de rectangles séparés les uns des autres par des fossés profonds. Vers 1000 mètres d'altitude, fentes et aspérités disparaissent sous une épaisse couche de névés, et le champ de glace revêt son aspect caractéristiqne, celui d'une plaine grisâtre, sans bornes, se relevant faiblement vers le centre.

Un groupe de *nunataks*, hauts de 2000 mètres, marque vers le sud les limites des champs de glace. De leur sommet, le spectacle qui se déroule est superbe de grandeur et de désolation.

D'étroites coulées de glaces se frayent passage entre les nunataks et descendent par soubresauts vers les fjords allongés, qui semblent des bras tendus par l'océan pour les recueillir. Au loin miroitent les grandes plaines du large, bosselées par cette multitude d'îles et d'îlots qui garnit l'éperon terminal de la péninsule.

**Les tentatives de E. Peary pour résoudre le problème de l'insularité du Grönland** (1). —L'ingénieur de marine E. Peary qui, l'on s'en souvient, a réussi en 1892 la traversée du Grönland au nord du 80° parallèle, a tenté en 1894 et 1895 de compléter ses découvertes antérieures. Son plan consistait à atteindre, en franchissant l'Inlandsis, la *Baie de l'Indépendance* sur la côte orientale, puis, en remontant de là vers le nord le long de la côte, de vérifier si le Grönland est une île, comme on le pense généralement aujourd'hui, ou s'il se rattache à un continent arctique. Malgré de persévérants efforts, il n'a pu réaliser son dessein.

Parti au printemps de 1894 de la *baie d'Inglefield* dans le *détroit de Smith*, où il venait d'hiverner, Peary s'avança à travers l'Inlandsis vers la côte orientale ; il était parvenu à 500 milles dans l'intérieur et à une altitude de 3000 mètres, lorsque, au milieu d'avril, de terribles tempêtes N.-E., accompagnées de froids de — 30° à — 45° centigrades, le contraignirent de s'arrêter. Jugeant le succès de l'expédition compromis par la diminution de ses approvisionnements, il prit le parti de revenir à la baie d'Inglefield. En rétrogradant, il laissa, échelonnés de distance en distance, des dépôts de provisions destinés à ravitailler l'expédition nouvelle qu'il projetait pour l'année suivante.

(1) A. PETERMANNS MITTEILUNGEN, 1895.

L'intrépide voyageur passa, en effet, un second hiver à la baie d'Inglefield, en compagnie de M. Lee et de son domestique Henson. Tous ses autres compagnons rentrèrent en Europe ou aux Etats-Unis.

Parmi ces derniers, le Norvégien *Eivind Astrup* rejoignit les établissements danois en traîneau, suivant toute la rive septentrionale de la *baie Melville*. Ce voyage mérite une mention ; c'est le résultat le plus important pour les sciences géographiques qu'aient produit les dernières entreprises de E. Peary. En effet, tout ce vaste demi-cercle décrit par la côte grönlandaise, et qui enferme la baie Melville, n'était pas connu, d'immenses accumulations de glaces flottantes en défendant les accès du côté du large. Eivind Astrup a pu constater, ce qu'on soupçonnait d'ailleurs, que cette multitude d'icebergs gigantesques est débitée par les grands fleuves glacés qui descendent de l'intérieur dans le fond de la baie Melville. On se fera une idée de leurs dimensions, et du volume des glaces qu'ils versent à la mer, par ce fait que, sur les 210 kilomètres qui séparent le cap *Melville* de la pointe *Red Haed*, le front de ces glaciers géants en occupe 150. Après un hivernage favorable, Peary est reparti le 1er avril 1895, avec ses deux compagnons Européens, six Esquimaux et quarante-trois chiens halant ses traîneaux, pour la baie Indépendance. Il ne parvint pas, malheureusement, à retrouver les dépôts de provisions laissés l'année précédente, et quand il atteignit la baie de l'Indépendance, il ne lui restait plus assez de vivres pour pousser plus loin son voyage vers le nord et compléter ses découvertes par la reconnaissance de la côte septentrionale. Force lui fut de regagner ses quartiers d'hiver par le plus court en retraversant l'Inlandsis. Il quitta la baie Indépendance le 1er juin et atteignit le 25 du même mois la baie d'Inglefield, où le vapeur *Kite* est venu le reprendre pour le ramener en Amérique.

**Au pôle nord en ballon** (1). — Un ingénieur suédois, M. Andrée, a formé le projet d'atteindre le pôle nord en ballon; ce projet doit s'exécuter pendant l'été prochain. Le devis de l'expédition a été estimé à 128 000 couronnes (180 000 francs), somme qui a été intégralement souscrite par le roi de Suède, M. A. Nobel et M. O. Dickson.

L'auteur du projet s'est entendu avec une firme parisienne, la

(1) A. PETERMANNS MITTEILUNGEN, 1895.

naison Yon, qui s'est engagée à lui fournir un ballon satisfaisant aux quatre conditions suivantes, jugées indispensables au succès de l'entreprise : 1° Le ballon aura une puissance ascensionnelle suffisante pour enlever trois hommes avec leurs instruments et des provisions pour quatre mois. 2° Il jaugera 5500 m. c. de gaz et sera formé d'une double enveloppe de soie. 3° On pourra le gonfler à n'importe quel point des régions polaires. A cet effet, la maison Yon fournit aux voyageurs 1700 à 1800 cylindres contenant du gaz à une pression de 200 atmosphères. 4° Le ballon sera rendu dirigeable, dans une certaine mesure, par un système de voiles et des cordes pendant sous la nacelle et qui, glissant sur le sol, ralentiront le mouvement du ballon. Ces cordes feront en même temps office de lest, elles préviendront les chutes brusques ou trop rapides du ballon, parce que la charge portée par celui-ci diminuera à mesure qu'il se rapprochera de terre et que les cordes reposeront sur le sol sur une plus grande longueur.

Les explorateurs comptent emporter un appareil photographique destiné à reproduire la configuration des régions parcourues, la rapidité du voyage ne permettant pas des observations plus précises. Enfin, pour pourvoir aux circonstances imprévues, l'expédition sera munie d'armes, d'un traîneau et d'une chaloupe à voiles démontable. Les voyageurs, leur ballon et tout leur attirail seront transportés, dès le printemps prochain, aux îles norwégiennes, dans le voisinage du Spitzberg. Un hangar y sera élevé pour servir de remise au ballon et permettre de le gonfler, dès que les circonstances atmosphériques paraîtront propices.

Ces circonstances sont un fort vent soufflant de la région sud; elles permettraient d'effectuer en cinq ou six heures le trajet du Spitzberg au pôle, mais M. Andrée désire que le voyage se prolonge pendant quarante heures au moins. Il estime qu'en toute hypothèse, trente jours suffiront pour effectuer le voyage et prendre une connaissance complète de la région polaire.

Le retour se fera vers les zones habitées de la Sibérie ou du Nord-Amérique. La distance du Spitzberg au détroit de Behring par le pôle n'est que de 3700 kilomètres; or le ballon peut, de l'avis des spécialistes, parcourir 20 000 kilomètres en trente jours.

JOS. DE LA VALLÉE POUSSIN.

---

**Voyages de M. Mizon, lieutenant de vaisseau** (1890-1893). Résultats scientifiques (1); Itinéraire suivi par cet officier de la source de la Bénué au confluent des rivières Kadéi et Mambéré (2). — Il résulte des observations de M. Mizon que la carte du Bas-Niger, d'Akassa à Lukodja, est à refaire. Sans doute la Compagnie du Niger possède, à l'usage de ses agents, une bonne carte de pilotage; mais la carte de l'Amirauté anglaise, la seule d'un usage courant, est devenue vicieuse, par suite des changements qu'a subis le cours du Niger et du déplacement des nombreux bancs de sable qui tapissent son lit.

La plus grande précision ne semble d'ailleurs pas avoir présidé à l'établissement de la carte de l'Amirauté. En se plaçant au sommet de la montagne de Lukodja (altitude 400 mètres), et en examinant le cours aval du fleuve, M. Mizon a pu se convaincre du mauvais alignement de l'*île Beaufort*, du *mont Saint-Michel*, de *Bird-Rock* et de *Idah*.

L'officier français a relevé 42 latitudes, 8 longitudes et de nombreuses cotes altimétriques. Une seule des longitudes observées a été calculée : *Ngaoundéré* (8 janvier 1892), 7° 19′ 19″ lat. N. et 11° 19′ 05″ long. E. de P. Sa carte de pilotage permet la remonte du fleuve depuis la mer jusqu'au point où la Bénué est flottable. Les itinéraires établis au cours du voyage comportent plusieurs centaines de kilomètres. *Zhirou* et tout le *Mouri* sont reportés dans l'est d'une dizaine de milles. La position d'*Yola*, de *Taepé* et de *Garua*, donnée par la carte d'Afrique du commandant de Lannoy de Bissy (3), doit être plus orientale, celle d'Yola de 10 milles en longitude, de Taepé de 22 milles en longitude et 9 milles en latitude, de Garua enfin, de 32 milles en longitude et 13 milles en latitude. En revanche, Ngaoundéré doit être avancé de 22 milles vers l'ouest; il faudra donc déplacer les points entre ce centre et Yola.

Si le *Chari* est bien placé en longitude, la distance de Garua à cette rivière, c'est-à-dire la longueur du *Mayo-Kebbi*, est deux fois moins grande que ne l'indique la feuille n° 26 de la carte française indiquée ci-dessus.

Parmi les renseignements obtenus des guides, des porteurs et

(1) Bulletin de la Société de Géographie de Paris, 1895, pp. 330-341.
(2) Ibid., pp. 342-373 et croquis.
(3) Carte d'Afrique au 1 : 2 000 000 dressée et exécutée au Service géographique de l'armée (France) par M. le commandant de Lannoy de Bissy, 63 feuilles. Cette carte a été commencée en 1882.

des chefs de villages, M. Mizon ne consigne guère que ceux qu'il a contrôlés. C'est la bonne méthode.

Des plateaux s'étagent d'Yola à *Gaza*. Ngaoundéré (25 000 à 30 000 habitants) se trouve sur un plateau aride qu'entourent deux ravins profonds. La plus grande altitude atteinte entre cette ville et Gaza est un col supérieur à 1411 mètres, situé près de *Soukounya*. La région est volcanique et d'origine récente. Vers l'est, les hauteurs doivent être plus considérables.

Une puissante muraille court de l'Atlantique au plateau de *Bouban-Djedda;* elle sépare le bassin du *Niger* de celui du *Chari;* c'est une espèce de plateau désert et pierreux (alt. 1300 mètres), que dominent deux pics volcaniques très aigus : le *Ndocou* et le *Ndogui* (1390 mètres d'altitude). Une faille profonde de 15 mètres le parcourt dans le sens de la longueur. Le chemin la traverse sur un pont naturel de 30 mètres. Des deux côtés de la faille bouillonnent des sources ; l'une, la *Yerna*, est la tête de la Bénué, qui conflue dans l'océan ; l'autre, non loin du mont *Guendéro*, forme la *Dora*, qui rejoint le *Bini*. D'après les indigènes, le Bini contourne le Bouban-Djedda et va rejoindre le *Logone*. Son bassin est séparé à l'ouest de celui de la *Kalibina* ou de la *Sananga* par une chaîne de montagnes tourmentées où sont juchés quelques lacs.

Le Bini, qui n'est autre que le *Serbéouel* ou *Bahr Baïa*, passe à quelques milles au nord de Ngaoundéré ; il a déjà aux basses eaux 40 mètres de largeur et 4 mètres de profondeur. Il va de chute en chute et de rapides en rapides et ne donne pas asile aux crocodiles et aux hippopotames.

Ses principaux affluents sont le *Wom*, qui vient du sud et se grossit du *Reïn*, alimenté du *Bi*, et le *Mambéré n° II*, originaire du sud-ouest.

Sur les plateaux de l'Adamaua la température ne dépasse généralement pas + 22° C. Les Européens peuvent y vivre et s'y multiplier. Le sorgho est remplacé par le froment.

La température moyenne diurne dans le Mouri est de + 25° C. en toute saison. Pendant la saison sèche, elle atteint 10° C. la nuit et 40° C. le jour ; au cœur de l'hiver ces extrêmes sont respectivement de 22° C. et 28° C.

A Yola le thermomètre marquait en décembre 7° C.

Le 2 janvier 1892, sur le plateau de séparation entre la Bénué et le Bini (1200 mètres d'altitude), les eaux de la Yerna étaient couvertes à 5 heures du matin d'une légère couche de glace. La

neige est inconnue dans la contrée ; les grands froids ne sévissent que par le vent sec du nord.

A la descente du plateau, à mi-chemin entre Ngaoundéré et Koundé, M. Mizon a trouvé subitement sur les bords du *Mayo-Nengué* la chaleur et la végétation tropicales, tandis que les hautes régions de l'atmosphère étaient agitées par le souffle de l'aquilon.

**Le mètre et le méridien de Greenwich au Congrès international de géographie de Londres** (26 juillet 1895). — M. Penck, professeur à l'Université de Vienne, avait soumis, en août 1891, au Congrès international de géographie de Berne, un projet de construction d'une immense carte du globe terrestre. Ce projet comporte la solution de plusieurs questions fondamentales. Quelle projection emploiera-t-on ? Quelle échelle ? Quel méridien ? Quelles mesures pour les altitudes et profondeurs ? etc.

A Berne, on fut unanimement d'accord pour admettre l'échelle du 1 : 1 000 000 ; mais on ne put s'entendre sur la question très délicate du premier méridien : on adopta celui de Greenwich, mais les délégués français refusèrent leur adhésion.

Le projet de M. Penck fut remis à l'ordre du jour au Congrès de Londres. Cette fois l'entente s'est faite sur l'adoption du méridien de Greenwich, et voici dans quelles circonstances.

Instruits des discussions qui s'étaient produites au sein du comité central de la Société de géographie de Paris, et convaincus de la nécessité de ne se cantonner plus dans une obstination d'amour-propre national qui n'avait plus sa raison d'être, mais plutôt de tirer le meilleur parti possible d'une situation de fait, les délégués français, parmi lesquels le sympathique M. de Lapparent, consentirent à l'adoption du méridien de Greenwich.

Mais ils y mirent une condition *sine qua non*. Comme on devra porter sur la carte les profondeurs des mers et les altitudes des villes, des montagnes, etc., ils proposèrent l'emploi du système métrique, et demandèrent la jonction des deux votes.

Les délégués de l'Angleterre, où le système métrique n'est pas adopté, mais où les aspirations commencent à se manifester en sa faveur, combattirent la proposition. Mais ils finirent par adhérer lorsqu'on insista sur le fait que le principe de l'unité de mesure primait la question d'un méridien initial.

Sans doute ce vote n'entraîne aucune obligation pour les gouvernements représentés au Congrès de géographie de Londres, mais il est d'une haute portée morale et peut avoir de l'effet

dans l'avenir ! Peut-être est-ce un pas décisif vers l'adoption universelle du système métrique.

**Le percement du Simplon.** — La Suisse et l'Italie ont signé à Berne, le 25 novembre 1895, une convention pour la jonction des lignes ferrées des deux pays par le percement du *Simplon*. Ce massif des *Alpes Lépontines* se dresse à l'altitude de 3518 mètres et est sillonné par la route construite en 1801 par Napoléon pour relier *Brigue* (Suisse) et *Domo-Dosola* (Italie).

Il résulte d'un des vingt-six articles approuvés par les deux gouvernements que le programme des travaux, déjà accepté par la Compagnie du chemin de fer Jura-Simplon, est adopté par l'Italie. Celle-ci s'engage à construire des lignes d'accès de Domo-Dosola à *Isella* (entrée sud du tunnel), soit sur un parcours de 17 kilomètres.

Le gouvernement du Quirinal a refusé toute subvention; mais il usera de son influence pour que les provinces et les villes du nord de l'Italie intéressées versent une somme fixée à 4 millions de francs. De plus, il accordera pendant quatre-vingt-dix-neuf ans une annuité de 3000 francs par kilomètre, pour la section du tunnel construite sur son territoire, soit 66 000 fr. par an, équivalant à un capital de 1 500 000 francs.

La Suisse fournira une subvention de 15 millions de francs; la Confédération, 4 500 000, les cantons et les villes intéressées, 10 500 000.

La Compagnie du Jura-Simplon, qui s'est chargée du percement du tunnel, s'est engagée à réunir le restant du capital nécessaire. La construction sera confiée à MM. Brandt, Brandau et Cie de Hambourg, connus par le percement du tunnel de Suram au Caucase, Locher, qui ont construit le chemin de fer du mont Pilate, et Sulzer, constructeurs-mécaniciens.

Ils se sont engagés à percer, dans un délai de cinq ans et demi, un tunnel de base de 19 731 mètres de longueur et dont le point culminant ne dépassera pas $705^{m}20$ d'altitude, avec pente d'un mètre sur 50 mètres du côté de Brigue et d'un mètre sur 143 mètres du côté d'Isella.

Le Simplon sera le plus long, mais le moins élevé des tunnels alpins; la vitesse de circulation pourra donc être bien plus considérable. Le développement du Cenis et du Saint-Gothard est de 12 333 mètres et 14 912 mètres; l'altitude maxima, de $1294^{m}$ 70 et $1154^{m}$ 60. L'Arlberg ne mesure que 10 259 mètres.

La grande difficulté du travail réside dans la haute température

du sous-sol : + 40° C. On prendra des précautions sanitaires toutes spéciales pour les travailleurs.

Les constructeurs ont adopté un nouveau système de percement très ingénieux. On creusera deux tunnels avec écartement de 17 mètres. Le premier tunnel sera fait à simple voie. Des traverses placées de 200 mètres en 200 mètres le relieront au second. Celui-ci servira de galerie pour la ventilation, l'arrivée des trains de ballast et de matériaux de construction, la distribution à pied d'œuvre d'eau à haute pression et d'électricité destinée à l'éclairage.

Les frais de construction monteront à 54 500 000 francs : la transformation de la galerie exigera une somme supplémentaire de 15 millions de francs.

Il est probable que le percement du Simplon modifiera sinon les relations économiques de l'Europe occidentale et centrale, tout au moins les opérations de transit entre l'Orient et l'Angleterre. L'avantage pour la longueur du parcours continue de rester à la ligne Ostende-Bruxelles-Bâle-Saint-Gothard-Milan-Plaisance (1286 kilomètres), plus courte de 24 kilomètres que la ligne Calais-Paris-Dijon-Pontarlier-Simplon-Milan-Plaisance. Mais il suffirait au gouvernement français, pour modifier cette situation, de substituer Boulogne ou Rouen à Calais, comme port d'attache, ou de construire une voie d'Amiens à Remilly.

Reste à voir si la Belgique et l'Allemagne, les deux grandes intéressées, se laisseront damer le pion. Attendons-nous à une joute intéressante, où seront mis en jeu trois puissants facteurs : le prix du transport ou du fret, la vitesse des trains et le minimum du trajet.

**Le confluent des tributaires du Congo dans le voisinage de l'Équateur** (1). — **L'exploration de la Salonga et du chenal d'Ukaturaka** (2). — La région dont la station de l'Équateur est le centre présente, au point de vue hydrographique, un intérêt tout particulier. C'est une vaste cuvette, ancien fond probable de la mer intérieure qui s'est écoulée dans l'océan Atlantique en se frayant entre Tchumbiri et Boma un passage à travers les crêtes parallèles de la chaîne côtière. Un bon nombre de cours d'eau se précipitent vers ce point [où se trouvent aussi deux grands lacs,

(1) Par M. A.-J. Wouters.

(2) Par A. Delcommune. LE MOUVEMENT GÉOGRAPHIQUE. 1895, col. 315-321 et 1 carte.

le *Tumba* et le *Léopold II*] : ce sont le *Congo* et ses tributaires soit de droite : la *Mongala*, l'*Ubangi*, la *Sanga*, la *Likuala*, soit de gauche : la *Lulonga*, l'*Ikelemba*, et le *Ruki*.

Toute cette région constitue un pays de plaines et de forêts, sans relief sensible et traversé par de nombreuses rivières à rives très basses.

A la saison des pluies, l'inondation est énorme et le limon un élément des plus fertilisants. D'où végétation magnifique, triple moisson annuelle et avenir presque assuré aux plantations de caféiers, de cacoyiers, de riz, etc.

Le caoutchouc abonde dans toutes les forêts et est exploité par les indigènes pour le compte de plusieurs firmes commerciales.

La population est très dense. Pour le seul district de l'Equateur, les agents de l'État Indépendant l'estiment de 3 à 6 millions d'habitants.

La carte publiée par M. A. Wauters est fort intéressante. Elle est établie sur les positions astronomiques des commandants Rouvier et Delporte, et rédigée d'après des renseignements fournis par MM. Baumann, Grenfell, von François, Van Gele, Lemaire, Martiny, Thierry, Moreels, Mohun et Wilwerth.

Parmi les positions de lieux publiées par Rouvier, on peut citer Bonga (— 1° 06′ 40″ lat. ; 16° 52′ 09″ long. E. de P.) ; Mongo (— 0° 55′ 40″ lat. ; 17° 08″ long.) ; Liranga (— 0° 40′ lat. ; 17° 37′ 39″ long.) ; Équateur (+ 0° 02′ lat. ; 18° 13′ 09″ long.) ; Kundja (+ 0° 08′ 40″ lat. ; 17° 41′ 34″ long.) ; Mondzoko (+ 0° 19 lat. ; 17° 55′ long.).

Chez Delporte nous trouvons : Lukoléla (— 1° 05′ 24″ lat. ; 17° 11′ 26″ long.); Lulanga (+ 0° 39′ 37″ lat.; 18° 16′ 39″ long.) ; Bangala (+ 1° 35′ 56″ lat. ; 19° 09′ 12″ long.) ; Mobeka (+ 1° 53′ 49″ lat. ; 19° 49′ 30″ long.) ; Ukaturaka (+ 1° 57′ 10″ lat. ; 20° 28′ 40″ long.) ; Umangi (+ 2° 06′ 43″ lat. ; 21° 26′ 52″ long.) ; Yambinga (+ 2° 07′ 08″ lat. ; 22° 39′ 45″ long.).

Jusqu'ici il n'a pas été publié au sujet du Congo de document cartographique plus important que la *Carte du moyen Congo*, en trois feuilles, au 1 : 400 000, par le Dr Baumann (1888-1890). M. A. Wauters l'a complétée d'après des données du lieutenant Ch. Lemaire et du capitaine de steamer Martiny.

Entre Bangala et Yambinga, le cours du grand fleuve présente une silhouette absolument nouvelle. Signalons : le *chenal d'Ukaturaka*, qui longe la rive gauche, sur une longueur de 125 kilomètres et une largeur de 50 à 60 mètres, depuis le village de ce nom jusqu'à celui de Bakombi en aval, et une vaste expansion

ignorée jusqu'à ce jour, large de 35 kilomètres, couverte d'îles et située entre Ukaturaka et Upoto en amont. On sait déjà que le fleuve se resserre en ce dernier point jusqu'à n'avoir plus que 10 ou 11 kilomètres, ce qui représente le développement de l'Escaut devant Flessingue et celui du Congo lui-même devant Banana, et qu'au-delà d'Ukaturaka il s'épanche sur une largeur de * 50 kilomètres en formant un labyrinthe d'îles.

Aux détails que nous avons déjà publiés au sujet de la Mongala (1), nous ajoutons ceux que fournit le R. P. De Wilde (2). Cette rivière, ainsi que ses affluents, a un cours très sinueux. Elle est parsemée d'un bon nombre d'îles bordées souvent de palmiers. Une de ces îles, située à son embouchure, la partage en deux bras. Dans le cours inférieur, îles et rives sont complètement inondées à l'époque des crues ; on constate une différence de niveau de 5 mètres entre les hautes et basses eaux. Par suite des inondations, la Mongala est bordée de marécages qui provoquent des miasmes et des brouillards malsains. Ceux-ci se lèvent le soir et persistent jusque bien avant dans la matinée.

La rivière est très poissonneuse. De là échange constant de vivres entre les riverains et les gens de l'intérieur, où les villages sont nombreux, mais généralement dérobés à la vue par les bois qui couvrent le pays. Les routes qui relient ces villages servent entre tribus à la guerre autant qu'au commerce.

Le R. P. De Wilde signale la présence des crocodiles et des hippopotames dans les eaux de la Mongala ; des traces d'éléphants ont aussi été rencontrées pendant le voyage.

A partir de Bindja et à 3 ou 4 kilomètres des rives, se montrent d'assez belles collines, rocheuses en certains endroits et boisées en d'autres points. La rivière ne tarde pas à se rétrécir.

A une journée de pirogue en amont de Bokula, la Mongala, dont les eaux sont foncées, rencontre, rive gauche, une rivière aux eaux blanches, qui semblent avoir coulé sur du calcaire.

La Mongala reçoit plusieurs affluents généralement peu importants ; parmi eux un petit tributaire, parsemé de blocs de pierre et aux eaux également blanches.

A Lulengo, situé sur la Mongala, se fait, paraît-il, un grand commerce d'esclaves.

Le cours du bas *Ubangi* est généralement mal dessiné sur les

(1) Revue des quest. scient., t. XXX (1891), pp. 334-336.

(2) *Voyage dans la Mongala.* Le Mouvement géographique, 1895, col. 306-307.

cartes. On doit supprimer la courbe profonde qu'on lui fait décrire vers l'est, en aval de Zongo. L'Ubangi se grossit à gauche, non loin de Mondzoko, du *Nghiri*, reconnu par le commandant Van Gele.

Le levé de la *Lulonga*, explorée en août 1885 par MM. Grenfell et von François, n'a guère subi de modifications depuis. Son gros affluent de droite est le *Lopori*. Le lieutenant Lemaire a remonté ce tributaire.

L'*Ikelemba* n'était guère connue jnsqu'aujourd'hui. M. Wauters la dessine d'après les données de MM. Lemaire, Moreels et Thierry. C'est à von François et à Martiny qu'il emprunte l'orientation du cours du *Ruki*. Cette rivière se grossit d'un grand nombre d'affluents : le *Momboyo*, la *Salonga*, la *Loméla*, etc.

En amont de Bolo-Kole, donc à * 250 kilomètres de son confluent dans le Congo, le Ruki forme un large pool, divisé en trois chenaux par de grandes îles boisées. La Salonga se jette dans le chenal le plus méridional. Elle n'a figuré encore sur aucune carte. Son cours sinueux est large de 80 à 200 mètres ; les rives basses et couvertes d'une haute végétation sont inondées en plusieurs points à l'époque des crues.

La Salonga est navigable sur une distance minima de 240 kilomètres. En amont de Kussi, M. A. Delcommune a constaté une vitesse de courant de 1 1/4 mille et une profondeur de 3 brasses.

La physionomie des lacs Tumba et Léopold II, découverts par Stanley, a absolument changé depuis la circumnavigation du Tumba par le capitaine Martiny, et l'exploration détaillée du Léopold II par M. Mohun, consul des États-Unis d'Amérique.

**La télégraphie sous-marine** (1). — Le premier télégraphe électrique n'a été construit qu'en 1838 (en Angleterre), et déjà les progrès paraissent l'œuvre de plusieurs siècles. Toutes proportions gardées, la télégraphie sous-marine n'a pas un développement inférieur à la télégraphie terrestre. Ses câbles parcourent toutes les mers, sauf l'océan Pacifique encore dépourvu d'une ligne intercontinentale (2), touchent à presque tous les pays, et atteignent la prodigieuse longueur de 181 413

(1) Par Jules Peltzer, d'après le rapport annuel de l'*International Bureau of Telegraphs*, BULL. DE LA SOC. ROY. BELGE DE GÉOGRAPHIE, 1895, pp. 161-171.

(2) D'après Murray (Expédition du Challenger), les grandes mers ont

milles (1). Ils sont la propriété de trente gouvernements et de vingt-sept compagnies privées.

C'est en 1858 que MM. F.-N. Gisborne et Cyrus Field, de New-York, tentèrent le premier essai d'une communication télégraphique entre l'Amérique et l'Europe ; mais ce ne fut qu'en 1866 que leur vaste conception fut un fait accompli.

A l'exclusion du câble français, diverses compagnies anglaises et américaines exploitent onze câbles reliant le vieux monde au nouveau. Elles disposent d'une flottille de quarante steamers jaugeant de 1000 à 4000 tonnes, comptant dans leur armement les derniers perfectionnements de la science télégraphique et montés par un personnel spécial (marins et techniciens), toujours à l'affût pour obvier à la rupture ou au déplacement des câbles au fond des océans.

Le steamer *Mackay-Bennett*, de la *Commercial Cable Company*, a coûté près d'un demi-million de dollars ; en temps ordinaire, les frais d'entretien annuel de cet arsenal télégraphique flottant s'élèvent à près de 100 000 dollars.

Les transmissions télégraphiques doivent satisfaire à ces deux desiderata : célérité et exactitude.

L'exactitude est assurée par les appareils enregistreurs les plus sensibles et les plus perfectionnés.

Quant à la célérité, bornons-nous à dire qu'en septembre 1894 une firme de Manchester fit télégraphier à son gérant à Victoria (Colombie britannique). La réponse parvint au bout de 90 secondes. Or la longueur de fils télégraphiques est de 13 000 milles. Une dépêche met cinq secondes pour être câblée de Londres à New-York.

Et le prix de ces choses-là, dira-t-on ? Vingt-cinq cents par mot entre les points terminus des câbles franco et anglo-américains.

La mer la plus traversée par les câbles est la Méditerranée.

Plusieurs câbles sous-marins sont amorcés à Alexandrie. Ce port est relié par ligne aérienne à Suez, d'où quatre câbles se

les superficies suivantes :

| | | |
|---|---|---|
| Océan Arctique | 4 781 000 | milles carrés. |
| " Indien | 17 084 000 | " |
| " Atlantique | 24 536 000 | " |
| " Pacifique | 50 309 000 | " |
| Mers du Sud | 30 592 000 | " |

Les plus grandes profondeurs de ces océans sont respectivement de 9000 pieds, 18 582 pieds, 27 366 pieds, 30 000 pieds et 25 200 pieds.

(1) Le mille nautique vaut 6082 pieds ou 1852 mètres.

dirigent vers Aden. De ce dernier port, relié au surplus à Bombay par trois lignes sous-marines, le câble de la South African Comp. télégraphie viâ Zanzibar, Mozambique, et Delagoa à Durban (Natal).

De Durban, la dépêche sera adressée à Cape Town, d'où elle sera délivrée à Loanda par un câble télégraphique touchant à Mossamédès et Benguela.

A Loanda, il y a communication avec Saint-Thomas et Bonny, et d'ici avec la voie télégraphique de Saint-Vincent reliée à l'Europe (Lisbonne).

On voit qu'il y a deux câbles pour transmettre en nos pays les nouvelles de l'Afrique du Sud. La rupture de la ligne Durban-Aden a apporté des retards à la transmission des événements récents survenus au Transvaal.

Nous ne ferons pas ici la nomenclature de toutes les lignes sous-marines existantes. Elle trouvera sa place dans un article que nous espérons pouvoir publier dans la *Revue des questions scientifiques*.

Comme il ne suffit pas d'établir la prompte et régulière transmission de la pensée humaine, mais qu'il faut veiller en même temps à la conservation des engins destinés à ce service, la plupart des états ont signé à Paris, le 14 mars 1884, une convention pour la protection des câbles sous-marins.

Cette convention crée un nouveau droit applicable, " en dehors des eaux territoriales, à tous les câbles sous-marins légalement établis et qui atterrissent sur les territoires, colonies ou possessions de l'une des parties contractantes ".

En haute mer, ces câbles sont placés sous la sauvegarde collective des états signataires.

**Traité franco-chinois du 20 juin 1895.** — La délimitation de la frontière septentrionale du Tonkin est une question datant de la signature du traité franco-chinois du 9 juin 1885. Où finissaient les territoires annamites du Tonkin ? Où commençaient les pays soumis à la souveraineté de la cour de Pékin ?

Soit manque de renseignements, soit difficulté du travail, la question ne put pas être résolue dans son ensemble. On eut hâte de délimiter la section de frontières où l'armée française avait rencontré les bandes chinoises. Grâce aux travaux de la commission diplomatique de délimitation et de la commission d'abornement, on régla, par convention signée à Pékin le 26 juin 1887, la frontière entre la mer de Chine et Laï-Chau sur la rivière Noire.

C'est sur les bases posées par cette convention que se poursuivirent les délimitations sur place. On s'aperçut qu'on avait laissé à la Chine, dans les hautes vallées des rivières tonkinoises, la souveraineté de territoires fort utiles à France. Ainsi, dans la rivière Noire, au nord de Laï-Chau, on avait fait abandon d'une partie de la région soumise à Deo-Van-Tri, un chef relevant de l'autorité française.

Il était nécessaire de reviser la convention de 1887 et de compléter la frontière jusqu'au Mékong, où il y avait contact permanent entre les autorités françaises et les autorités chinoises de la province de Yun-Nan.

La convention signée à Pékin le 20 juin 1895 semble avoir tranché toutes les difficultés.

La frontière englobe dans l'Annam, au nord de Laï-Chau, tous les territoires du chef Deo-Van-Tri. Quant au Tonkin, ses limites sont amorcées à cette dernière région et comprennent dans la vallée du Mékong et de ses affluents plus de la moitié (4700 milles carrés) de l'état shan de Kiang-hung (8600 milles carrés) situé à l'est du Mékong, et la section supérieure de la vallée du Nam-Hou (un affluent du Mékong), dont la plus grande partie forme le territoire septentrional de la province de Luang-Prabang.

Ces frontières naturelles, ces lignes de partage de vallées écartent toute incertitude sur la position exacte des villages, et placent sous la domination de la France des régions où abonde le sel et qui sont les plus riches et les plus fertiles de l'Indo-Chine septentrionale.

La vallée du Nam-Hou est ainsi française dans toute son étendue, tandis que l'importante vallée du Nam-La reste chinoise, de même que les vallées situées plus au nord et où se cultive le thé dont se sert exclusivement l'empereur de la Chine.

Il est probable que ce traité ne sera pas ratifié dans sa rédaction primitive. La Chine n'a pas le droit de céder à la France les états shans; ils lui ont été abandonnés par l'Angleterre pour être compris dans la zone neutre qui doit former l'état tampon projeté entre les possessions françaises et anglaises dans le nord de l'Indo-Chine.

F. Van Ortroy,
Capitaine de cavalerie.

---

# COMPTE RENDU

DU IIIe CONGRÈS SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL DES CATHOLIQUES

TENU A BRUXELLES DU 3 AU 8 SEPTEMBRE 1894.

*Fin.*

---

## SCIENCES PHILOSOPHIQUES.

—

L'ensemble des travaux philosophiques présentés au dernier Congrès des savants catholiques, tenu à Bruxelles, manifeste avant tout la préoccupation constante de combattre le criticisme kantien et ses tenants positivistes. Cependant un nouveau courant d'idées se fait jour : c'est l'adaptation des principes philosophiques aux théories scientifiques modernes. Et de fait, après avoir démontré que la métaphysique n'est pas une vaine chimère, nous avons bien le droit de la mener de front avec les sciences dites positives, voire même, au besoin, de contrôler les hypothèses de celles-ci par les données certaines de celle-là.

Dès la première séance, M. Bertin ouvre le feu contre l'idéalisme kantien. Mais il tombe dans l'excès opposé en ressuscitant *La Preuve de l'existence de Dieu* selon saint Anselme. On lui montre bien vite que la preuve ontologique, sous quelque forme qu'on la présente, implique un passage illicite de l'ordre idéal à l'ordre réel. Tout ce qu'on peut en déduire, c'est que nous avons l'*idée* d'un être parfait existant, l'*idée* de l'existence d'un être parfait.

Mais voici le travail de M. Halleux, *Le Positivisme et la Philosophie scolastique*, qui va nous donner un exposé aussi clair que méthodique de l'état de la question, et nous montrer les forces respectives des deux adversaires en présence.

Le positivisme, c'est la systématisation exclusive du mode de penser positif. Niant la valeur objective des procédés spéculatifs,

*à priori*, il limite l'objet du savoir humain au domaine des sciences d'observation. De plus, dans celles-ci les positivistes doivent s'en tenir exclusivement aux données immédiates de l'expérience. Et comme nous ne percevons directement aucune relation ni de causalité ni de substance à accident, ils finissent par réduire l'expérience à la perception de pures apparences, d'impressions subjectives. L'acte de la connaissance se réduit donc à la conscience de ces impressions, et, en dernière analyse, le véritable savant doit se contenter de *sentir* ce qui se passe en lui-même.

Il faut cependant reconnaître dans ce système un fond de vérité qui lui est commun avec la scolastique. Celle-ci aussi affirme que l'expérience sensible est la source primitive de toute connaissance ; que nous ne percevons directement que des phénomènes ; et que ni l'essence intime des corps, ni celle du *moi*, ni surtout celle de l'absolu, ne sont connues par nous d'une façon intuitive. Mais les scolastiques tiennent en même temps que l'intelligence peut, par l'intermédiaire des propriétés, arriver à une certaine connaissance de la nature intime des choses ; et ils attribuent à l'esprit la faculté de comparer ses concepts, de saisir leurs rapports abstraits, et d'arriver ainsi à des principes nécessaires et universels.

Comme on le voit, tout le débat entre les deux écoles porte sur l'examen rationnel des fondements de la science certaine. Problème délicat, dont Mgr Mercier, dans son étude critique sur *La Théorie des trois vérités primitives*, nous précisera les données et la position exacte, pour en déduire l'état initial légitime de l'intelligence au moment où elle aborde cette question.

Tous accordent que nous avons des connaissances auxquelles nous adhérons spontanément et irrésistiblement. Cette certitude subjective, pouvons-nous la justifier au tribunal de la réflexion, par un critère interne et objectif de vérité ? Voilà le problème. Dans quel état l'esprit doit-il se placer pour en tenter la solution?

Les *sceptiques* commencent par tenir la raison pour radicalement suspecte. Mais, poser le doute universel, réel ou fictif, sous prétexte de ne rien préjuger, c'est détruire le problème sans le résoudre, c'est nier *à priori* la possibilité de la science certaine. A ces négations radicales, les *dogmatiques* ont opposé l'affirmation de trois vérités fondamentales et indéniables, qui formeraient la base indémontrable de toute science certaine. Ce sont " les trois vérités primitives ", à savoir : l'affirmation d'un premier principe, le principe de contradiction ; l'affirmation d'un premier

fait, l'existence du *moi ;* enfin l'affirmation d'une première condition, l'aptitude de la raison à connaître la vérité.

Cette théorie, dit Mgr Mercier, ne répond pas au véritable problème. Aucun sceptique ne conteste l'existence d'assentiments spontanément irrésistibles, psychologiquement indéniables : ce sont les *données* mêmes du problème. Mais la question reste entière de savoir si cet assentiment nécessaire résulte de la constitution du sujet pensant ou s'il est dû à une cause objective.

Au surplus, cette théorie pèche par défaut et par excès. Elle pèche par défaut en réduisant à trois le nombre des vérités immédiates et indémontrables, alors qu'il y en a un nombre indéterminé au point de départ de chaque science particulière, et même de la métaphysique. Elle pèche par excès, en ce que deux au moins des vérités énoncées ne sont pas primitives dans le sens de *fondamentales,* et la troisième ne l'est qu'au prix d'une équivoque. Car le principe de contradiction est bien une vérité primordiale, en ce sens qu'il constitue une règle directrice, une condition d'évidence de toute vérité ; mais il ne peut être en aucune façon une prémisse, un moyen de démonstration pour l'acquisition de connaissances ultérieures. Quant à l'existence du sujet pensant, et l'aptitude de la raison à connaître la vérité, ce sont, il est vrai, des conditions réelles, ressortissant à l'*ordre ontologique.* Mais peut-on transporter à l'*ordre logique* ce qui n'est accordé que pour l'ordre *ontologique ?* De ce que la cause précède *réellement* son effet, suit-il que la *connaissance* de la cause doive précéder celle de l'effet ?

Que nous reste-t-il donc à faire, en abordant la question de la certitude? L'intelligence, en réfléchissant sur ses jugements immédiats, a conscience qu'elle ne peut pas ne pas y adhérer. L'état initial de la raison, c'est donc la certitude : dès lors, sans rien nier ni affirmer *à priori,* il faut rechercher la nature intime, les causes de cette certitude.

Cet état de certitude a-t-il pour cause adéquate la constitution du sujet pensant? Alors c'est le subjectivisme qui triomphe. Ou bien cet état est-il provoqué par une influence objective qui détermine l'intelligence à l'adhésion? S'il en est ainsi, la certitude est objective, et il est permis d'en *inférer* que la raison est apte à connaître la vérité.

On reprocha à Mgr Mercier d'avoir mal interprété la théorie de Tongiorgi, mais surtout d'avoir trahi la tradition scolastique en plaçant le critère de certitude dans le témoignage subjectif de la conscience. Quant à la fidélité de l'interprétation, tout le

monde peut en juger par les textes mêmes du P. Tongiorgi que Mgr Mercier a soin de citer. Pour ce qui est du second reproche, il y a un malentendu évident. Mgr Mercier réfute expressément dans son mémoire la thèse subjectiviste qu'on lui a trop légèrement prêtée. " Ce motif, dit-il, ne peut être *le fait même de notre adhésion naturelle*... L'adhésion réfléchie ne pourra se produire que si l'intelligence aperçoit *en dehors d'elle-même* un motif à son assentiment. „ Et quand il parle du témoignage de la conscience, ce n'est pas comme motif dernier de notre certitude qu'il nous la présente (problème auquel d'ailleurs il ne touche pas dans ce mémoire), mais comme nous fournissant les données, la position initiale du problème.

Nous voilà donc fixés sur le sens de la question de la certitude. Kant crut la résoudre dans le sens subjectiviste. Pour cela il essaya de démontrer que toutes nos connaissances immédiates de l'ordre idéal sont le produit d'une synthèse subjective de l'entendement, que ce sont des propositions " synthétiques *à priori* „.

Au congrès scientifique des catholiques de 1888, M. de Margerie, dans une étude sur le principe de causalité, avait soutenu de même que cet axiome est une proposition synthétique *à priori*. C'est pour essayer de terminer la controverse, restée inachevée alors, que le R. P. Fuzier entreprend de réfuter une fois de plus le kantisme en établissant le *Caractère analytique du principe de causalité*.

Et tout d'abord, pour bien s'entendre, dit-il, une proposition est analytique, non seulement quand l'attribut est totalement ou partiellement identique au sujet, mais encore lorsque l'esprit aperçoit dans l'analyse des deux termes la raison de les unir ou de les séparer. Il n'est donc pas nécessaire que toute la compréhension de tous les termes du prédicat, si celui-ci est complexe, soit renfermée dans le sujet : il suffit que l'analyse puisse dégager du premier terme de la proposition ce qu'on affirme de lui dans le second.

Le principe de causalité que M. Fuzier énonce : " tout phénomène exige une cause „, est analytique dans ce sens. C'est-à-dire l'idée de phénomène renferme non pas la notion de cause, qu'on ne lui attribue d'ailleurs point, mais l'exigence d'une cause.

Tout d'abord, si l'on admet avec M. de Margerie la valeur objective du principe, il est impossible d'expliquer comment une faculté rationnelle n'aperçoive pas les conditions de l'existence des phénomènes là où elles sont, c'est-à-dire dans les phéno-

mènes eux-mêmes, et les saisisse là où elles ne sont pas, c'est-à-dire dans l'esprit. Car enfin, une loi quelconque, physique ou métaphysique, se trouve dans les faits qu'elle gouverne et uniquement en eux.

De plus, tout jugement, quel qu'il soit, contingent ou nécessaire, de sa nature même implique une analyse. Juger, c'est affirmer qu'une chose convient ou ne convient pas à une autre, ce qui ne peut se faire que par une analyse. Car c'est toujours la connaissance analytique des caractères essentiels ou accidentels des deux termes, de leur identité totale ou partielle et de leurs rapports, qui permet de les séparer ou de les unir.

M. Fuzier passe ensuite en revue et réfute point par point une série d'objections que renfermait le mémoire de M. de Margerie, et il conclut en montrant comment le principe de causalité vient d'une analyse rationnelle, qui dégage des choses et de leurs concepts leur relation essentielle avec une cause, et en exprime la vérité dans la proposition causale.

Ce travail est remarquable par son argumentation serrée et vigoureuse. Cependant M. Farges fait remarquer qu'il y a une manière plus simple de mettre en évidence le caractère analytique du principe : c'est de le formuler de telle sorte qu'on ne puisse le nier sans nier le principe de contradiction. En conséquence, M. Farges veut qu'on l'énonce ainsi : " Tout ce qui commence, commence par un autre. „ Mais Mgr Mercier estime que, pour conserver au principe toute sa rigueur et son universalité, on ne peut le restreindre aux choses qui commencent dans le temps. Pour donner au principe de causalité une forme absolument universelle, il est donc préférable de dire : " l'être contingent existe de par un autre „, tout en admettant cependant que le commencement dans le temps est l'indice ordinaire de la contingence.

Cette position étant acquise sur le kantisme, le positivisme se trouve ébranlé dans sa base, et sa réfutation sur les autres terrains de la philosophie ne souffre pas grande difficulté.

En psychologie d'abord, M. Maisonneuve nous démonte tour à tour les différentes théories de nos adversaires sur la personnalité.

L'hypothèse phénoméniste qui fait de la personne un aggrégat de représentations, sans substance pour les soutenir, est inadmissible. Impossible d'expliquer comment des représentations multiples, successives où simultanées, peuvent se coordonner en un tout, ni comment nous pouvons les comparer et surtout les

retenir. La théorie matérialiste qui fait de la personnalité un amas de cellules ne vaut pas mieux. Elle trouve une barrière infranchissable dans l'unité et l'identité de la personnalité. Cette identité n'est pas détruite par la pluralité de conscience observée dans certains cas pathologiques. Car la conscience ne constitue pas la personnalité, puisqu'elle la suppose et en découle.

Il faut cependant reconnaître que les phénoménistes ont classé, coordonné et expliqué un grand nombre de phénomènes psychiques beaucoup mieux qu'on ne l'avait fait avant eux ; et que les physiologistes ont donné une nouvelle impulsion à la psychologie, par l'application des méthodes expérimentales.

M. le Cte Domet de Vorges, se plaçant à un point de vue moins polémique, nous présente dans un travail, richement documenté de citations non équivoques de saint Thomas et d'Aristote, l'exposé fidèle de la doctrine scolastique sur *Les Ressorts de la volonté et le libre arbitre.*

La volonté est mue vers son objet par trois ressorts. Le premier, et le plus intime, son principe formel et spécifique, c'est le bien abstrait et universel. Mais le principe impulsif qui force la volonté à agir, l'objet matériel dans lequel vient se concrétiser ce bien abstrait, c'est pour chacun sa propre perfection, la béatitude. Enfin la révélation nous apprend que cette béatitude se trouve pour le chrétien dans la possession de Dieu : c'est le ressort de la vie chrétienne.

Comment la volonté se comporte-t-elle vis-à-vis de ces trois impulsions ? La première exclut la liberté : fatalement et nécessairement, la volonté tend vers le bien en général. Mais une fois mise en acte par cette impulsion fondamentale, elle se porte ensuite d'elle-même vers les divers biens réels ou apparents, qui sont autant de moyens pour arriver à la béatitude. Ici elle est libre, parce qu'elle n'a d'autre tendance vers ces objets concrets que celle qu'elle se donne à elle-même. Enfin la possession de Dieu ne nous apparaît en cette vie que comme un bien particulier, et comme tel nous laisse également libres.

Après la psychologie, la logique. Mgr Kiss traite des catégories, *Animadversiones quoad categorias.* Il voudrait supprimer les quatre dernières catégories d'Aristote, *ubi, quando, situm esse, habere,* et subdiviser aussi la substance en substance simple et substance composée.

M. Kozary, par son examen de *La Loi des trois états d'Auguste Comte,* nous ramène en face de l'ennemi, sur le terrain de la philosophie de l'histoire. Cette loi fondamentale de l'évolution

positiviste consiste à dire que chaque branche de nos connaissances passe par trois phases nettement distinctes : l'état théologique ou fictif, l'état métaphysique ou abstrait, et enfin l'état scientifique ou positif. La première est le point de départ de l'esprit humain ; la troisième en est l'état stable et définitif ; la seconde n'est qu'un degré transitoire. M. Kozary montre péremptoirement que cette prétendue loi ne s'applique ni au développement individuel, ni à l'évolution du genre humain, que c'est une pure conception *à priori*, découlant naturellement du système positiviste.

Enfin M. l'abbé Duquesnoy, comprenant combien il est dangereux de faire la moindre concession à un système aussi subversif que le kantisme, veut en extirper les derniers vestiges, alors même qu'ils puissent paraître précieux à quelques philosophes orthodoxes. Il s'attaque donc, et avec plein succès, à *La Preuve de l'existence de Dieu par la loi morale*, preuve introduite par Kant, et dont il montre l'inanité. Car la nécessité qui caractérise les jugements moraux n'exerce aucune influence sur l'existence des actes moraux, ni *à fortiori* sur l'existence d'une autre chose quelconque ; et le droit au bonheur de l'homme vertueux n'exige pas d'une façon absolue la satisfaction de ce droit.

L'histoire de la philosophie n'a pas été oubliée : de remarquables travaux ont été présentés par M. de Margerie : *Le Sophiste de Platon ;* par M. Forget : *Dans quelle mesure les philosophes arabes, continuateurs des philosophes grecs, ont-ils contribué au progrès de la philosophie scolastique ?* et par M. Charles Huit : *Le Platonisme à Byzance et en Italie à la fin du moyen âge.*

Mais nous avons hâte d'arriver à cette phase nouvelle de la philosophie, l'adaptation des théories scolastiques aux principes de la science moderne. Sur ce terrain encore peu exploré, il faut reconnaître qu'on n'a tenté que des essais, aux résultats contestables.

M. Farges est résolument entré dans la voie nouvelle, par son étude sur *La Preuve de l'existence de Dieu par le mouvement.* Rajeunissant l'antique axiome : Aucune puissance ne passe toute seule à l'acte, " *Quidquid movetur, ab alio movetur* ", il l'établit solidement en face de la science moderne ; il lui emprunte ses propres principes pour en déduire la nécessité de l'existence d'un Premier Moteur, de Dieu. L'argumentation est irréprochable ; cependant elle ne semble pas essentiellement dis-

tincte de la preuve par la contingence. Si la matière n'est pas en acte par elle-même, si les forces ne peuvent produire le mouvement sans l'intervention d'un agent extérieur, c'est précisément à cause de leur contingence.

Le R. P. Bulliot traite le même sujet. Mais, accueillant sans réserve les théories modernes sur le travail et l'énergie, il rejette la notion du mouvement telle que nous l'a laissée Aristote (c'est-à-dire l'acte d'une puissance en tant que puissance) pour en faire un état analogue à l'état de repos. Ce n'est que dans l'accélération qu'il place l'acte de la puissance, de la force. Dès lors, ce n'est pas par le mouvement, mais par la variation du mouvement que l'on prouvera l'existence de Dieu. Cette variation est l'effet de la force vive, force vive qui doit venir d'une autre cause, et finalement de Dieu. Les hommes de science accueillirent ce travail du P. Bulliot, ainsi que son étude sur *Les Concepts de matière et de masse*, avec une sévérité peut-être excessive ; et, malgré tout, nous regrettons vivement que le P. Bulliot ait cru bon de ne pas livrer son travail à la publicité.

Moins significatifs, mais d'une doctrine plus solide sont les rapports de M. l'abbé Torregrossa : *De Constitutione corporum relate ad originem et finalitatem juxta veram Angelici Doctoris mentem ;* et de Mgr Maura y Gelabert : *De Vitae conceptu et principio.* Ces deux mémoires, pour ne pas exposer des idées neuves, se distinguent par la précision de l'exposition, et leur fidélité irréprochable aux doctrines de l'École.

Nous disions au début que les travaux du Congrès avaient visé principalement le kantisme et le positivisme, et n'avaient guère fait qu'aborder les problèmes qui se posent aux confins des sciences et de la philosophie. Nous voudrions qu'au prochain Congrès l'importance de ces problèmes fût mieux comprise. La certitude de l'objectivité des principes semble décidément reconquise ; le moment est venu de les appliquer aux faits.

J. Homans.

---

# L'ANNÉE

# SCIENTIFIQUE ET RELIGIEUSE (1)

---

Quand tombent les fins d'année, l'habitude est universelle parmi les commerçants, les industriels, les banquiers, et même les maîtresses de maison soigneuses, de dresser un bilan général des dépenses et des recettes du service écoulé.

Ces chiffres, mis en regard, montrent très clairement comment on marche et où l'on va : si c'est à la fortune ou à la ruine. Et il est fort sage d'y regarder. On peut à temps faire machine en avant ou machine en arrière et éviter les catastrophes. Donc j'encourage les bilans. J'y suis d'autant plus porté que je compte en faire un avec vous.

La mode en est étendue bien au delà de ces questions de coffre-fort et de ménage. Il n'est presque plus de sciences, d'arts, ou d'agréments qui n'en soient venus à faire des revisions analogues, et ne les publie en un volume attrayant. C'est Figuier, si je ne me trompe, qui a ouvert la série, en éditant avec une admirable constance, pendant quelques vingt ans, les très nombreux volumes de son *Année scientifique*.

(1) Conférence faite à la Société scientifique de Bruxelles, dans la session d'avril 1896.

Depuis sont nés des ballots de livres de la même famille : des *Année géographique, Année astronomique, Année photographique*, et le reste ;... même, on le devine, une *Année sportive*.

Eh bien! il faut que nous fassions notre année aussi.

Seulement, placés plus haut que la terre par notre Foi divine, c'est de plus haut également que nous verrons passer l'année ; ce n'est pas au poids du temps que nous la pèserons, mais à la mesure de l'infini et de l'éternel. Ce sera notre année religieuse. Et ce sera aussi notre année scientifique.

Il y a, entre l'incroyance et la Foi, une lutte vieille comme les siècles, lutte de tous les jours et de toutes les heures, lutte acharnée, lutte à mort. La grande arme que l'on brandit contre nous, ce sont, vous le savez, les Sciences. Voilà bon temps que l'on annonçait que nous allions en mourir. Et les coups pleuvaient dru sur nos têtes, d'épouvantables coups, disait-on, et dont le moindre devait nous réduire en miettes.

L'on était si convaincu de notre inévitable désastre, que pas mal d'esprits y croient aujourd'hui comme si c'était arrivé. Beaucoup de gens nous tiennent pour morts. Ils sont tout abasourdis quand on leur apprend qu'il est encore quelque peu question de nous sur la terre.

C'est l'histoire des Chinois battus devant les Japonais vainqueurs. « Comment ! comment ! il y a encore des Japonais en vie ! »

Je ne vais pas m'attarder à constater que nous vivons et que, malgré le fracas et la fanfare positivistes, généralement nous nous portons fort bien.

Mais je voudrais voir à quel point l'an passé a conduit le combat et la grande victoire.

Or, trois documents, je pourrais dire trois événements, qui se sont succédé durant cet intervalle, le montrent en pleine et magnifique lumière. Vous vous en souvenez, car ils ont eu dans le monde des sciences un très grand retentissement. Ce sont :

L'article écrit par M. Brunetière, dans la REVUE DES DEUX MONDES, après son retour de Rome ;

La réplique de M. Richet, dans la REVUE SCIENTIFIQUE ;

La réponse qu'y fit M. Berthelot, entre la poire et le fromage, avant qu'il devînt Ministre de la République.

Le discours de lord Salisbury, à la réunion de la Société royale à Oxford.

Pasteur, l'illustre Pasteur, mourant avec entre les mains la croix du Christ révélateur et sauveur, de ce Christ qui était hier, qui est aujourd'hui, et qui sera dans tous les siècles.

Ah ! nous sommes morts ? et bien, nous l'allons voir !

### I. L'ARTICLE DE M. BRUNETIÈRE :

*Après une visite au Vatican.*

En vérité, on ne l'attendait pas, cet article, et son apparition, où elle ne causa pas d'effarement, produisit une singulière surprise. On savait que, dans un voyage en Italie, le directeur de la REVUE DES DEUX MONDES avait sollicité du Pape une entrevue qui lui avait été aussitôt accordée, et si gracieusement que l'on ne put s'empêcher de mettre en comparaison la fin de non recevoir, répondue quelque temps auparavant à un autre écrivain français, réputé de mauvaise compagnie, qui avait eu l'impertinence de demander la même faveur. Peut-être bien attendait-on que M. Brunetière, rentré en France, donnât de son audience un récit plus ou moins détaillé. La déconvenue fut complète. «J'ai eu l'honneur d'être reçu par Sa Sainteté Léon XIII en audience particulière. Ce qu'il a bien voulu me dire, on ne s'attend sans doute pas que je commette ici, ni nulle part, l'indiscrétion ou l'inconvenance de le publier.»

Mais cette visite avait fait sur l'écrivain une impression

qu'il jugea bon de mettre par écrit. Il le fit simplement, sans emphase, sans aucun genre de mise en scène, en quatrième article de sa revue, après *L'Armature* de Hervieu, un article sur *L'Afrique romaine* de Gaston Boissier, et un autre sur *La Fin du second empire*, par Étienne Lamy.

Or, l'impression est manifeste : il est évident qu'en présence du suprême chef de l'Église, la question de la Foi s'est posée tout entière devant lui. Je résumerais très correctement son travail en ce mot : « Pas plus que de pain l'homme ne peut se passer de Foi. »

Et la Science ? Précisément nous y voilà.

C'est en effet à la Science que M. Brunetière fait le procès.

«En fait, les sciences physiques ou naturelles nous avaient promis de supprimer « le mystère ». Or, non seulement elles ne l'ont pas supprimé, mais nous voyons clairement aujourd'hui qu'elles ne l'éclairciront jamais. Elles sont impuissantes, je ne dis pas à résoudre, mais à poser convenablement les seules questions qui importent : ce sont celles qui touchent à l'origine de l'homme, à la loi de sa conduite, et à sa destinée future. L'inconnaissable nous entoure, il nous enveloppe, il nous étreint, et nous ne pouvons tirer des lois de la physique ou des résultats de la physiologie aucun moyen d'en rien connaître.

... » Une réponse à la question d'où nous venons, la théorie de l'évolution ne nous en donnera jamais..... Ni l'anthropologie, ni l'ethnographie, ni la linguistique ne nous en donneront non plus à la question de savoir ce que nous sommes..... Ai-je besoin d'ajouter qu'à plus forte raison les sciences naturelles ne décideront jamais la question de savoir où nous allons ? Qu'est-ce que l'anatomie, qu'est-ce que la physiologie nous ont appris de notre destinée ?... Leurs recherches et leurs découvertes, — dont je ne méconnais pas au surplus l'intérêt, — n'ont abouti finalement qu'à fortifier en nous notre attache à la

vie, ce qui semble, en vérité, le comble de la déraison chez un être qui doit mourir. »

Et marchant du même pas à travers les sciences philologiques et historiques, il arrive à conclure également contre elles. Puis il dit ce mot qu'on lui a reproché avec l'irritation d'un amour-propre blessé à mort :

« Si ce ne sont pas là des banqueroutes totales, ce sont du moins des faillites partielles, et l'on conçoit aisément qu'elles aient ébranlé le crédit de la Science. Qui donc a prononcé cette parole imprudente, « que la Science ne » valut qu'autant qu'elle peut rechercher ce que la religion » prétend enseigner ? » Et encore celle-ci : « que la Science n'a » vraiment commencé que le jour où la raison s'est prise » au sérieux et s'est dit à elle-même : Tout me fait défaut, » de moi seule me viendra mon salut ? » « Taisez-vous, raison » imbécile, » aurait sans doute répondu Pascal ; et, à la vérité,.... pour le moment et pour longtemps encore, il semble que la raison soit impuissante à se délivrer seulement de ses doutes, bien loin de pouvoir faire elle-même son salut ; et s'il est vrai que depuis cent ans la Science ait prétendu remplacer la religion, la Science pour le moment et pour longtemps encore a perdu la partie..... En attendant, il faut vivre, d'une vie qui ne soit pas purement animale, et la Science, aucune Science aujourd'hui ne saurait nous en donner les moyens. »

C'est là, en effet, une dernière question qui angoisse l'homme, et que la Science ne saurait résoudre : il ne lui suffit pas de savoir d'où il vient, ce qu'il est et où il va ; il doit savoir comment il faut vivre, c'est-à-dire connaître avec assurance la grande loi du devoir. On s'est flatté d'y répondre en dehors de toute croyance religieuse ; on n'y a pas réussi. Et reprenant un mot d'Edmond Scherer, M. Brunetière écrit : « Sachons voir les choses comme elles sont : la morale, la vraie, la bonne, l'ancienne, l'impérative, a besoin de l'absolu ; elle aspire à la transcendance ; elle ne trouve son appui qu'en Dieu... La conscience est

comme le cœur : il lui faut un au delà. Le devoir n'est rien s'il n'est sublime ; et la vie devient chose frivole si elle n'implique pas des relations éternelles... Une morale n'est rien si elle n'est pas religieuse. »

Je citerai encore ces mots : « Tenons-le donc pour dûment acquis : la physique ne peut rien contre le miracle même, puisqu'il se définit par une dérogation de la nature à ses lois ; l'exégèse ne peut rien contre la révélation ; et j'ose bien avancer que, si l'on fonde jamais une morale purement laïque, une morale indépendante — je ne dis pas de toute métaphysique, mais de toute religion, — ce n'est pas dans la physiologie que nous lui trouverons une base (1). »

Le retentissement de cet article fut immense. La haute position de l'auteur, la tribune d'où il parlait, l'autorité qui depuis longtemps était attachée à son nom, la profondeur habituelle de ses vues, sa réputation de normalien, et jusqu'à cette petite église de la *Revue bleue*, très hétérodoxe, on le sait, où il avait fait ses premières armes, tout concourait à en faire, comme je l'ai dit plus haut, un véritable événement. C'était à la Science une déclaration de guerre, très cruelle, non seulement parce qu'elle partait du milieu de ses rangs, mais surtout parce qu'au fond elle était fort dédaigneuse et méprisante. On la traitait de belle prometteuse et de banqueroutière ! Voilà de ces mots qui ne se pardonnent pas.

En vérité, je les trouve fâcheux. Et M. Brunetière lui-même l'a fort bien senti, car en commençant son article il s'en explique. La Science ne promet rien, elle donne sans rien dire. Ce sont les savants, quelques savants, qui promettent, avec beaucoup et de très charlatanesques paroles, et qui ne tiennent pas. Ce n'est pas elle, ce sont

(1) Ferdinand Brunetière, de l'Académie française, *Après une visite au Vatican*. REVUE DES DEUX MONDES, 1er janvier 1895.

eux qui font banqueroute et faillite, l'une et l'autre souvent frauduleuses. C'est donc aux savants qu'il eût fallu s'en prendre, et ne pas laisser à des adversaires à court de raison ce point faible sur lequel ils vont sembler prendre des avantages.

Une chose me saisit, et il est impossible qu'elle ne vous frappe pas. C'est la très fière et très grande tenue du savant croyant, en face des belligérants que nous allons voir en campagne.

M. Brunetière ne croit pas, ou du moins il ne croyait pas. Il a cru à la Science, il a beaucoup attendu d'elle : son langage est d'un désillusionné, d'un désenchanté trompé dans ses espérances. Il est amer dans les reproches qu'il fait à cette maîtresse infidèle.

Les savants à promesses auxquels il fait le procès et qui vont se défendre sont, eux, manifestement hantés par la préoccupation antidogmatique, ils logent dans leur cerveau l'idée préjudicielle, ce sont des hommes à système; ce n'est pas la vérité qu'ils cherchent, c'est la négation religieuse, et ils ne s'en cachent pas. Or si, d'une part, ces désillusions naïves ont un côté par où elles font sourire, d'autre part, ces préoccupations extra-scientifiques sont si puériles et si petites que vraiment elles diminuent à proportion l'esprit qui s'en laisse envahir. Ce ne sont plus des savants, ce sont de vrais sectaires, avec toute l'étroitesse d'esprit et d'envergure que supposent des passions aussi surannées.

Combien plus libre est l'esprit du savant qui, aux lumières de l'intelligence humaine, joint par la Foi les lumières de l'intelligence divine !

Il sait jusqu'où s'étend le domaine des corps, et il l'explore, armé du magnifique outil de l'observation et de l'expérience ; il sait jusqu'où s'étend le domaine des sciences de l'esprit, et il le parcourt, sur l'aile de la raison humaine; mais il n'a garde d'apporter en ce pays nouveau les instruments dont il se servait tout à l'heure ! Il laisse

à la frontière ses compas, ses balances, ses chiffres et les burettes de ses analyses ; il ne rêve pas de trouver la pensée à la pointe d'un scalpel ou la liberté morale dans une vibration de pulpe cérébrale.

Arrivé au bout de ce domaine nouveau, il sait qu'au delà s'ouvrent des régions pressenties, où sa raison ne saurait atteindre : toute cette sphère, qui est bien pour nous l'inconnaissable, mais qui ne l'est pas pour Dieu. Et il attend de Dieu qu'il lui donne des nouvelles de cette patrie d'au delà le temps et la tombe.

Quel calme, quelle paix, et quelle liberté d'esprit ! Et surtout quelle lumière ! On dirait d'un beau temple, où sous les portiques rayonnent les choses, où dans le sanctuaire l'esprit s'illumine, où dans le Saint des Saints resplendit le ciel ! Et sans heurt, sans ombre, ces lumières progressives doucement se fondent en une ravissante clarté qui baigne les âmes et les inonde.

D'où nous venons ? Je le sais. Où nous allons ? Je le sais. Ce que nous sommes ? Je le sais. Comment il nous faut vivre ? Je le sais.

Certes, ce n'est point la Science qui me l'a enseigné. Je ne lui en ai jamais demandé autant, sachant qu'elle n'eût su me le donner. Je ne lui ai demandé que ce qu'elle pouvait, et elle ne m'a causé ni déception ni désenchantement; elle ne m'a point fait faillite. Elle m'a donné généreusement ce que j'attendais d'elle; elle me le donnera jusqu'au bout, et c'est pourquoi je l'aime et de quoi je la bénis.

## II. RÉPLIQUE DE M. RICHET :

### *La Science a-t-elle fait banqueroute ?*

L'article de M. Brunetière paraissait le 1er janvier ; le 12 janvier paraissait une première réponse. Dans la *Revue rose*, sœur de la *Revue bleue*, où M. Brunetière

écrivait autrefois, M. Charles Richet se demandait si, en vérité, la Science avait fait banqueroute. On le voit, il sautait sur le mot.

Je voudrais être fort exact dans l'analyse de la réponse de M. Richet. Elle est la plus sérieuse qui ait été faite ; elle est de plus dans ce ton de très bonne compagnie, dont s'écartent généralement la plupart des polémiques contemporaines. Et cependant je suis fort embarrassé, parce que M. Richet n'a pas répondu grand'chose.

Après une entrée en matière où il déclare qu'il n'est pas nécessaire de prendre au tragique cette promesse que la Science aurait faite de renouveler la face du monde, les savants ayant, entre autres prétentions, celle d'être très modestes, il montre que c'est la Science même qui leur commande cette modestie. Elle apprend en effet que la terre est un atome dans le système solaire, le système solaire un atome dans le monde visible, et le monde visible un atome dans l'immensité de l'espace. Ici une courte variation sur Galilée. C'était indiqué.

L'homme n'est pas davantage dans le temps que dans l'espace. Ici les 6000 ans de la Bible.

Donc la modestie convient.

Une fois engagé dans cette veine d'humilité, M. Richet en vient aux aveux. « Avouer l'impuissance de la Science est une règle élémentaire de toute connaissance scientifique. Nous n'assistons qu'à des phénomènes. La nature intime des choses nous échappe. » Nos instruments ne nous donneront jamais « le pourquoi de la matière et de la vie... Pour découvrir des lois, et des faits, et des phénomènes, nous n'en sommes pas plus avancés quant à l'essence même des choses... Loin d'être en état de tout pénétrer, l'homme ne peut prétendre à rien pénétrer. Chaque progrès scientifique rend plus lointaine encore, si possible, la conquête de l'absolue vérité. A chaque pas qu'on fait en avant, on découvre que la limite s'écarte, si

bien que ce sont les plus savants qui connaissent le mieux l'étendue de leur ignorance ».

Voilà certes des propositions que M. Brunetière signerait, et l'on ne voit pas en quoi elles peuvent contredire sa thèse.

Mais M. Richet va se reprendre : il va montrer « que la Science a exercé quelque influence dans le monde ». Et il détaille ce que l'on appelle communément les conquêtes de la Science contemporaine. Il le fait avec la modération sage d'un esprit sérieux et réfléchi, n'outrant pas ces progrès et les tenant où ils sont en vérité, dans l'ordre de la matière et des choses de la matière. Il ajoute : « Nous croyons bien que le dernier mot de la Science n'est pas dit. C'est encore l'enfance, et la très tendre enfance. De sorte que les progrès accomplis ne peuvent nous offrir qu'une faible image des progrès à venir. Vis-à-vis de l'infini et de l'absolu, ces progrès ne sont rien assurément. L'univers restera toujours inconnaissable et impénétrable. Mais les progrès dus à la Science, nuls au point de vue de la métaphysique transcendante, sont beaucoup pour le soulagement des maux de l'humanité. »

Ici encore M. Brunetière signerait.

« Pourquoi y a-t-il une évolution ? pourquoi des êtres humains ? pourquoi la vie sur la terre ? pourquoi tel ou tel sens à l'évolution de cette vie ? quel but ? quelle destinée future ? C'est ici que l'inconnaissable apparaît, et que nous touchons aux limites de la Science. Peut-être un jour reculerons-nous le problème ; il est certain que nous ne le résoudrons pas totalement. »

M. Brunetière signerait toujours.

Or, nous avons dépassé la bonne première moitié de l'article : quand donc arrivera la réponse annoncée ? La voici.

Il est donc reconnu que « les Sciences ont fait le progrès matériel de l'humanité... Mais qu'ont-elles fait pour le progrès moral ? »

La question est bien posée.

« Rien », a dit M. Brunetière.

Et c'est à quoi va contredire M. Richet.

Je vous prie de donner toute votre attention à son argumentation ; la question en vaut bien la peine.

« Si l'on venait à interroger un savant, dit-il lui-même, et à lui dire : Cet éther bromé que vous étudiez depuis dix ans, comment va-t-il retentir sur la morale ?... Par quels détours l'analyse des fonctions de $\Sigma \frac{\theta^{x-1}}{n}$ va-t-elle modifier la conception du devoir ?... Comment deviendra-t-on meilleur par suite d'une diagnose plus parfaite entre l'*Ostrea aculata* et l' *O. tegminata ?* il est probable que le savant se mettrait à rire... ; il n'a pas souci de morale ; il cherche seulement la vérité. »

En vérité, pour être sage, le savant devrait ne point rire, et se borner à répondre : « La morale ne sort pas de mes officines : adressez-vous ailleurs. » Il éviterait l'accident qui va tantôt arriver à M. Richet. Car, après avoir si bien posé la question, après avoir fait ressortir d'une façon si pittoresque l'inaptitude de la Science pour la résoudre, il essaie de montrer qu'elle le peut et qu'elle l'a fait. Voici le fond de son raisonnement :

« Toutes les conquêtes de la Science font corps avec notre civilisation actuelle, tant et si bien qu'elles constituent notre morale. Science, civilisation et morale, ces trois termes sont parallèles. Il est impossible de concevoir des progrès de la morale sans que ces progrès entraînent ceux de la civilisation, et réciproquement. Or les progrès de la civilisation sont dus à la Science. »

La somme d'erreurs condensées en cette phrase est étonnante. Aussi la phrase s'en ressent et prend des tournures de charabia. Science, civilisation, morale, termes parallèles ? Mais rien n'est plus distinct ! Distinct dans la source, distinct dans l'objet, distinct dans les effets et dans les conséquences. Termes parallèles ? Oui, mais à la manière des forces qui, sur des directions parallèles,

peuvent tirer et pousser en sens contraire. Termes parallèles ? Mais que de fois, quand monte la civilisation matérielle, tombe et descend la civilisation morale ! Termes parallèles ? Ah ! voyez donc nos grandes villes, où brillent et rayonnent dans tout leur éclat le progrès, les découvertes, et les bienfaits de la Science ; où toutes vos promesses attirent à la curée les passions et les concupiscences humaines; où, comme des chiens sur un os, se jettent sur un peu d'or ou sur un peu de chair tous les affamés de la fortune et de la joie : est-ce là de la morale ? est-ce même de la civilisation ?

Ah ! que vous auriez mieux fait, M. Richet, de vous en tenir à diagnoser les deux huîtres dont vous parliez tantôt et de renvoyer au voisin le chercheur de morale ! Mais non : après la proclamation de son dogme, il va chanter un hymne. Je vous dois de le citer tout entier :

« A l'heure présente, il y a une morale qui s'impose à l'humanité civilisée... Cette morale est fondée sur la notion de la solidarité humaine. Le mal, c'est la douleur des autres. Voilà ce que nous ont appris » — devinez quoi ? je vous le donne en mille ! — « la physique et la zoologie, la chimie et l'astronomie, la botanique et la physiologie, la géographie et la philologie, l'anthropologie et les mathématiques... Sans se perdre dans les nuages de l'avenir problématique qui l'attendrait après cette existence terrestre, l'homme ne va pas pour le moment au delà de cette simple constatation, qu'il faut faire son devoir, et que son devoir est clair; qu'il faut avant tout être juste et bon, et qu'il y a une fraternité humaine ; que les luttes des classes ou les luttes des nations sont des crimes ; que l'égoïsme et la dureté de cœur sont des vices insupportables ; que l'oubli de soi-même est nécessaire ; que l'abnégation est encore le meilleur moyen, et peut-être le seul, d'être heureux ; qu'elle est, en tout cas, un *impératif catégorique* qui s'impose, et auquel nul n'a le droit de se soustraire. »

Et moi qui croyais que tout cela nous venait du vieux Décalogue de la Bible et de l'Évangile ! avec plus de clarté, il est vrai, et moins de grandiloquence vide.

Je me trompais et vous vous trompiez.

Cela nous vient de la physique et de la zoologie, de la chimie et de l'astronomie, de la botanique et de la physiologie, de la géographie et de la philologie, de l'anthropologie et des mathématiques ! Vraiment ! Je voudrais bien qu'on me cite l'endroit et les références.

En vérité, on croirait rêver !

Mais voici le comble : « Au demeurant,... la morale que l'Église enseigne aujourd'hui n'est pas très différente de celle que la Science nous enseigne. Savoir si c'est l'Église qui l'a donnée à la Science, ou la Science qui l'a donnée à l'Église, c'est un problème dont l'intérêt est peut-être secondaire. »

Mais toute la question est là, M. Richet !

### III. LE BANQUET DE SAINT-MANDÉ.

*Discours de M. Berthelot.*

Il parut, même au camp de la Science et des savants, qu'une telle réponse à l'ennemi ressemblait trop à une défaite, et qu'une fois encore la Science y perdait la partie. On ne voulut pas laisser à la Foi le bénéfice d'une si éclatante victoire. On voulut mieux. On imagina de guerroyer plus bruyamment, et l'on convint, ô la plaisante industrie ! de venger la Science en un banquet, en mains les coupes !

Le contraste, à coup sûr, vaut bien qu'on le relève. M. Brunetière, pour soulever ce débat où sont en jeu les plus hautes préoccupations de l'âme humaine, avait choisi une noble arène. La tribune où il parle, cette Revue des Deux Mondes, si souvent hostile à la Foi et à

l'Église, n'en est pas moins restée, aux yeux de la plupart des esprits cultivés, la première tribune intellectuelle de la France. C'est là, du haut de cette chaire académique, devant un aréopage de lecteurs séligés, qu'il porte la question souveraine de la destinée et du devoir présent de l'homme. On y sent la sérénité, le calme et le silence où se doivent méditer ces vastes pensées ; si ce n'est pas le temple où l'on prie, c'est du moins la solitude où l'on contemple ; aucun des bruits tumultueux de la place publique, aucune des poussées brutales de la foule n'y vient troubler la considération des choses éternelles.

Et les tenants de la Science blessée, pour la défendre et la venger, choisissent quoi ?... Un hôtel banal, une salle ou « salon des familles », et un banquet à cent sous par tête, café, cognac et tabac compris ; et là se rassemblent « des présidents et des ministres, des sénateurs et des députés, des conseillers municipaux, des poètes et des romanciers, des peintres, des sculpteurs, des médecins, des avocats, des professeurs, Homais et Charles Bovary, Bouvard et Pécuchet ! »

Et à leur tête ? Je laisse parler M. Brunetière, dans une très fine lettre au FIGARO : « Professeur au Collège de France, directeur et président de section à l'école des Hautes-Études, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, grand officier de la Légion d'honneur, sénateur, ancien ministre (1), membre d'une foule de conseils plus supérieurs les uns que les autres, logé par l'État à la ville et à la campagne, du côté de Meudon, où l'on conte qu'il étudie la fixation de l'oxygène par le vert des plantes en mangeant des fraises exquises, on ne peut pas dire que la Science ait fait banqueroute à mon très cher et très éminent confrère, M. Marcellin Berthelot. En dépit de l'envie, il avait donc tous les titres qu'il faut pour être la parure du banquet que l'on célèbrera ce soir. »

(1) Il pourrait ajouter aujourd'hui : ministre des Affaires étrangères de la République française.

Il faut le reconnaître, la Science n'en pouvait mais : ce n'était point de sa faute si on la mettait en si fâcheuse posture. Mais quelle impression irritée ont éprouvé ceux qui l'aiment et la respectent, et qui la savent digne, de la voir commise ainsi au milieu du fumet des viandes, des relents de vin et de tabac ! C'était à quelque tribune d'esprit qu'il fallait la faire parler, et on la hisse sur une table d'auberge, devant des ventres repus ! Est-ce que l'on n'a donc pas saisi, en France, ce pays des délicatesses suprêmes, cette suprême inconvenance ?

Mais n'insistons pas. On a donc discouru, après boire, de Science et de Foi. Six discours ont été prononcés. Ne craignez rien, je ne les referai pas. Le premier, par M. Poincaré, ministre de l'Instruction publique. Discours très correct, qui met en lumière les incontestables mérites scientifiques de M. Berthelot, et très habilement « ne sait pas et ne veut pas savoir si quelque polémique a retenu sa place au banquet ».

Le second est de M. Berthelot. Le genre en est un peu démodé; une phrase comme exemple : « L'idéal des sociétés nouvelles a été proclamé dans le monde par les philosophes et les savants de la Révolution française, au nom de la Raison et de la Science, courbées depuis des siècles sous le joug oppresseur de la théocratie, de la monarchie et de la féodalité, trois pouvoirs qui dominent encore aujourd'hui sur la terre, en dehors de la France et des États-Unis. »

Vous le voyez, cela retarde !

Mais il faut en venir à la question, à la seule question, celle qu'a posée M. Brunetière, et qui cause, même en ce banquet, un si tumultueux émoi. Or voici dans tout le discours ce que je trouve.

« La Science a deux puissances, l'une morale, l'autre matérielle... L'origine de cette double puissance est tout entière dans notre méthode, qui consiste à tirer toute connaissance exacte de l'observation et de l'expérience,

en écartant le mystère des révélations.... La méthode scientifique est devenue la source principale, sinon unique, du progrès moral et matériel des sociétés d'à présent... La Science a été la source de tous les progrès accomplis par la race humaine depuis ses lointaines origines... »

Cela, c'est la thèse : mais la preuve ?

La preuve? Je ne suis pas bien sûr de l'avoir découverte. Peut-être est-ce ceci, mais je n'oserais pas le jurer ; en tout cas je puis jurer qu'il n'y a pas autre chose :

« Morale privée et morale publique, politique et sociologie, il n'y a là rien qui doive être arbitraire, rien qui ne doive être mis en conformité avec les règles scientifiques, déduites de l'observation et de l'induction, c'est-à-dire de la connaissance des lois qui président à la constitution physiologique et morale de l'homme... C'est la Science qui établit les seules bases inébranlables de la morale, en constatant comment celle-ci est fondée sur les sentiments instinctifs de la nature humaine, précisés et agrandis par l'évolution incessante de nos connaissances et le développement héréditaire de nos aptitudes... La morale privée, la morale sociale et les institutions qui en dérivent changent et progressent comme le reste : elles s'avancent aujourd'hui vers un idéal de solidarité supérieur aux conceptions chrétiennes, fondées sur la résignation à l'oppression, sur la haine de la nature envisagée comme maudite, sur le mépris du travail regardé comme œuvre servile, conceptions qui ont été imposées pendant tant de siècles comme la limite dernière de la perfection. Aujourd'hui nous déclarons le droit de tout homme au développement de ses facultés par l'éducation ; nous déclarons son droit à la vie matérielle, intellectuelle et morale. Nous déclarons que notre devoir à tous ne consiste pas seulement à aider notre prochain par une aumône ou une charité, trop souvent aveugle ou insuffisante, mais nous devons le prendre par la main comme un frère et lui assurer, par tous les moyens pacifiques et légaux, sa part

légitime dans les bénéfices d'une société où toute jouissance et toute propriété sont les fruits du travail accumulé par les générations antérieures... Telles sont ou plutôt telles doivent être les conséquences de l'application de la Science moderne à la morale et à la politique. »

Et c'est tout, je vous assure que c'est tout. En vérité, M. Richet était plus fort, et point ne valait la peine de monter un banquet pour cela.

Où trouver un argument dans tout ce fatras ? Pour un esprit à coup sûr très élevé et de marque en science, quelle pauvreté intellectuelle !

Il y a de tout dans ce discours : révolution française, Renan, le catéchisme, les dogmes invariables de l'art, Memphis, Babylone, Mycènes, intervention du bras séculier, sacrifices humains, pèlerinages, Copernic et Galilée, Servet et Vanini, Voltaire et Condorcet. Une chose manque, et cruellement : un peu de bon sens et de logique.

* * *

Quand je parle de morale et de loi morale, — il convient de parler français pourtant, — j'entends parler de la loi éternelle imposée aux actes libres de l'homme. Et nous l'entendons tous ainsi.

Notre raison, sans le concours d'aucune révélation, suffit à nous faire découvrir les premiers principes de cette loi. Elle constitue ainsi un code très réduit, assez vague, auquel on attache d'ordinaire l'étiquette de morale naturelle. Aristote et Platon, dans l'antiquité, en ont été les maîtres ; nos contemporains n'en ont pas approché malgré tous leurs essais. Vous connaissez, et je n'ai garde de vous les exposer à nouveau, les théories de Bentham et de Stuart-Mill, et les pastiches de morale qu'on a tenté d'introduire dans les manuels des écoles neutres, sous le nom très incorrect de morale indépendante.

En tout cela, c'était à la raison que l'on en appelait,

non point à la Science ; et M. Berthelot n'a point droit de se parer même de ces misérables plumes.

Mais Herbert Spencer, d'une part, et d'autre part les positivistes français, sous le drapeau de Littré, ont tenté de construire des morales scientifiques.

Pour Herbert Spencer, l'évolution est la loi de l'univers. Elle ne détermine pas seulement les lois du monde, elle donne naissance aussi aux lois de la pensée, et par les lois de la pensée aux lois de la morale.

Voici d'ailleurs son procédé. L'évolution se fait par une multiplication des organes et des parties de l'être, qui lui permet de mieux s'adapter au milieu complexe où il vit, et d'avoir ainsi plus de ressources pour se maintenir dans l'existence et en jouir. L'univers a produit l'homme et le façonne à son image. De son côté, l'homme, sous cette action, se forme des sentiments et des habitudes qu'il transmet par hérédité à ses descendants et qui constituent ce que nous appelons nos idées et nos lois morales. La moralité absolue est la conformité absolue de l'homme avec le milieu et les circonstances physiologiques dans lesquels doit se dérouler sa vie. C'est le terme de l'évolution.

Pour M. Littré et ses tenants, le devoir et les lois de l'activité humaine ne sont que des poussées physiologiques. L'instinct de la conservation me dicte impérieusement mes devoirs envers moi-même ; l'instinct de la propagation m'indique de même mes devoirs envers les autres ; enfin un besoin d'activité intellectuelle m'incite à ce que l'on appelle les sentiments désintéressés, l'amour du vrai, du beau et du juste.

Est-il besoin de faire remarquer combien petite en tous ces systèmes est la part des Sciences proprement dites, et combien grande la part de la raison et de la philosophie, de cette odieuse métaphysique pour laquelle on n'a pas assez de malédictions et à laquelle on revient toujours ?

La part de la Science en morale, sa vraie part, je vais vous la dire. Mais j'ai tort de dire la Science, il faudrait

dire les savants, et non pas tous, mais les savants sectaires et intempérants, à la façon des Berthelot, qui, même au fond de leur laboratoire, tandis qu'ils noient dans l'effluve électrique l'argon et la benzine, se sentent rongés d'un prurit de blasphème et rêvent de monter en chaire, fût-ce après un banquet, pour arracher au monde une Foi qui les gêne et malgré eux les étreint.

Ce qu'ils ont fait pour la morale, ces savants-là?

Ils ont commencé par la ruiner de fond en comble, en niant le Dieu qui l'impose et qui la venge. Qu'est-ce que me fait une loi qui me vient je ne sais de qui, je ne sais d'où? Qui est-elle, pour avoir le droit de s'imposer à ma volonté libre? Et que me fait une loi que je puis enfreindre sans qu'il y ait un Juge pour me demander compte, et un Maître pour me punir, et un Père pour me récompenser?

A la place de Dieu, je le sais, ces messieurs ont mis un *impératif catégorique*. Ah! le bon billet! L'impératif catégorique? c'est quelque chose, on ne sait trop quoi, qui n'est pas Dieu, mais qui remplace Dieu. C'est quelque chose et ce n'est rien. Cela m'oblige, parce que je sens que cela m'oblige, et je ne parviens pas à savoir pourquoi cela m'oblige. Cela met l'homme dans la situation très jocrisse d'un pauvre tringlot qui s'entend crier : « Portez arme, présentez arme, par le flanc droit, par le flanc gauche », sans qu'il découvre autour de lui l'ombre même d'un caporal qui crie!

Ces savants ont fait mieux. Ils ont détruit la source même de toute morale, en niant la liberté humaine. Qu'est-ce que je suis responsable de mes actes, si je les fais fatalement, nécessairement, à la manière d'une machine qui tourne ou d'une pierre qui tombe? Et n'est-ce pas ce que l'on a prêché, ce que l'on prêche encore tous les jours? Qu'est-ce que c'est que toutes les théories lombrosiennes, sinon la négation de la liberté humaine, enchaînée, ligottée par les inéluctables poussées de l'hérédité? Qu'est-ce que c'est que l'homme, sinon un automate

condamné à des actes réglés à l'avance par la constitution préalable d'une pulpe cérébrale sur laquelle il n'a nulle action? Et c'est avec cela que l'on veut faire de la morale?

Pas de Dieu et une brute!

Mais laissons encore tout cela : l'évolution, — et cette fois nous arrivons au sommet le plus glorieux que revendiquent nos savants d'aujourd'hui, — l'évolution est la loi du monde et de l'univers. Admettons. Quelle règle morale va-t-il sortir de là? Cherchez bien, il y en a une peut-être; une seule, il est vrai, mais qui découle vraiment de cette universelle et lumineuse théorie : « Sois fort, car ce sont les forts qui l'emportent; » ou plus correctement : « sois habile, car ce sont les habiles qui gagnent la partie. » Cette seconde formule rend mieux la théorie et a l'avantage d'être à la portée de tout le monde. Il n'est pas donné à tous d'être forts, tandis qu'avec un peu d'exercice, incités par l'exemple, même les faibles peuvent devenir habiles.

« Va donc, mon fils, tu as un instinct qui te pousse à bien te conserver toi-même, va, mais sois habile. » Je crois bien que voilà un commandement accepté fort aisément par les humains. Mais, faites attention, c'est le seul. On nous dit bien que de l'instinct de propagation va sortir l'ensemble des préceptes altruistes; mais en vérité pour qui nous prend-on? Est-ce que nous ne voyons pas ce qui se passe? Ce grand instinct, noble et digne, solennel et généreux, qu'est-ce que l'homme en a fait? Un sentiment d'amour pour les autres? Allons donc! Il en a fait la jouissance la plus odieusement égoïste qui se puisse imaginer! Il y sacrifie à sa passion personnelle la vertu et la faiblesse, il y descend à un degré d'avilissement qui le fait rougir lui-même de lui-même. Propagation de la race! En vérité, c'est bien de cela qu'il s'agit : mais c'est là ce qui l'épouvante, dont il se détourne et se gare comme d'une intolérable infortune. Vous savez bien que je dois me taire, et que cette prétendue source de l'altruisme et de l'amour

des autres, l'homme en a fait chose si infecte qu'on n'en saurait parler, non seulement entre chrétiens, mais entre gens bien élevés qui seulement se respectent!

Donc pas de maître, pas de loi, pas de juge, pas de vengeur; des instincts, et comme conclusion des grandes lois de la lutte pour l'existence, les deux préceptes que j'ai dit : « Sois fort, sois habile, la vie est à ce prix. »

Elle est jolie, la morale!

*
* *

Il y eut d'autres discours au banquet de Saint-Mandé.

Il y en eut un de M. Perrier, qui débute par nous faire connaître que, si la Science n'a pas encore résolu l'énigme de la vie, — ce qui eût été un magnifique couronnement pour l'œuvre déjà si colossale du XIXe siècle, — c'est uniquement parce qu'il fallait laisser quelque chose à faire au XXe, et à nos descendants! Pour le coup, voilà bien de l'altruisme, et cette préoccupation est touchante. Et l'on dira que ces savants n'ont pas de morale?

Ce M. Perrier a du reste un tableau charmant de l'avenir de la science. Il voit l'homme du XXe siècle, ou plutôt du XXIe, « affranchi, pour se procurer sa nourriture, de la nécessité de cultiver péniblement la terre, affranchi des soucis de l'élevage,... fabriquant lui-même de toutes pièces, sans autre matière première que l'air, l'eau et le charbon, ces aliments que nous ne pouvons nous procurer aujourd'hui qu'en détruisant des milliards de plantes et d'animaux.

» Quelle simplification dans nos rouages administratifs, quelle révolution dans les mœurs!... la margarine réhabilitée, les vins sans raisin tenus pour supérieurs aux meilleurs crus de la Bourgogne et du Bordelais,.... le laboratoire municipal et le tribunal correctionnel chargés de poursuivre l'introduction frauduleuse dans les aliments d'extraits de viande, de farine de blé, de jus de raisin

réputés désormais insalubres ; l'homme protégeant, pour le plaisir de ses yeux, les animaux et les plantes,... voilà, mon cher Maître, l'âge d'or que vous avez rêvé pour les chimistes, et — ce que vous n'avez pas dit — c'est que vous l'avez plus qu'à moitié réalisé. »

Plus qu'à moitié ! Et, probablement, si M. Berthelot a laissé en arrière la petite moitié restante, c'est qu'il fallait réserver quelque besogne au xx^e siècle ! Bien obligé ! On sent que ces messieurs sont à table : leur idéal s'en ressent.

Mais... la morale ? Il n'en est pas question dans le discours de M. Perrier. Le mot y est bien dit, deux fois si je ne me trompe, mais la chose est absente.

Vient ensuite un discours de M. Richet ; encore une fois, de tous le plus sérieux, le plus nourri d'idées, le plus dépouillé de phraséologie vide et sonore. J'y reviendrai tantôt, mais, pour en finir avec ce fameux banquet, disons vite que parlèrent encore M. Brisson et M. Émile Zola. Oui, M. Zola voulut dire son mot sur la morale scientifique !

Or ce mot est superbe !

« Puisqu'on a eu l'imprudence de soulever ce débat entre la Science et la Foi, je tiens à dire l'intérêt qu'y peut prendre un simple écrivain comme moi, au point de vue professionnel...

» On nous dit, Messieurs, que la Science est en train de faire banqueroute, et que la Foi va la remplacer dans les affaires d'ici-bas. J'en ai eu un léger frisson. » Songez donc combien cette prévision doit être cruelle ! M. Zola a eu un frisson ! Il est vrai que c'était un léger frisson, mais enfin. . Et qu'est-ce donc qui faisait frissonner M. Zola ? Ah ! si la Foi allait emporter la partie sur la Science, on mettrait les livres à l'Index ! et si elle devenait puissante, on mettrait les auteurs au *carcere duro*. M. Zola ne va pas jusqu'à dire, et je m'en étonne, qu'on les rôtirait.

Un petit motif sur l'Inquisition n'eût pas été mal en place pourtant.

C'est tout le discours de M. Zola.

J'attendais mieux. Je croyais que lui, qui s'est donné comme le créateur du « roman expérimental » et du « roman physiologique », qui intitule sa fameuse série des *Rougon-Macquart* « l'histoire naturelle d'une famille », nous aurait donné quelque synthèse scientifique de la morale étalée dans *Pot-Bouille*, *La Curée*, *Nana*, *L'Assommoir* et *La Terre*. Je pressentais quelque chose de beau et de propre ! Mais non, rien que cette petite personnelle rancune d'avoir vu mettre ses livres à l'Index. M. Zola s'attendait sans doute à ce qu'un décret les rendît classiques dans les pensionnats de demoiselles ?

Cela apprendra au Pape à recevoir en audience M. Brunetière et à refuser M. Zola ! La Foi n'a qu'à bien se tenir !

Et voilà ce qui est sorti de ce banquet organisé pour venger la Science.

On a dit qu'elle avait fait de grandes choses. Parfaitement, et M. Brunetière en convenait.

On a dit qu'elle en fera de plus grandes. Je le pense, et M. Brunetière n'y contredira pas.

On a dit que ce n'était pas à elle à donner des leçons de morale aux hommes. Ah ! que c'est bien dit, et pourquoi n'a-t-on pas toujours parlé ainsi !

Mais quand on a voulu montrer que la morale lui était redevable, on n'a plus rien trouvé qui eût le sens commun.

Après l'article de M. Brunetière, on pouvait douter si vraiment la Science dans sa croisade contre la Foi avait perdu la partie ; après le banquet Berthelot, la chose crève les yeux.

En somme, beaucoup de tapage, un accouchement de montagne ! « Il faut que j'aie touché plus juste qu'on ne veut le dire, écrit M. Brunetière ; on ne crierait pas si

fort si l'on ne se sentait atteint. » Et toutes ces clameurs, et tous ces hurlements, ne sont qu'une forme ou une expression plus démocratique de ce que Bossuet a si bien appelé « la haine des hommes contre la vérité ».

## IV. LE CONGRÈS D'OXFORD.

### *Discours de lord Salisbury.*

Vers le même temps paraissait en France, traduit par M. W. de Fonvielle, le discours présidentiel de lord Salisbury au Congrès d'Oxford. Le titre en était fort suggestif : *Les Limites actuelles de notre science.*

Il y règne une sérénité et un calme souverain, et je ne sais quel sourire nargueur à l'adresse de ceux qui en sont encore aux vieilles querelles démodées. « Ils sont rares aujourd'hui les hommes de foi influencés par l'idée étrange que les croyances religieuses sont dans la dépendance des recherches physiques. Bien peu de savants, quel que soit leur *Credo,* chercheraient leur géologie dans leurs livres sacrés, ou, d'un autre côté, s'imagineraient que leur creuset ou leur microscope peut les aider à pénétrer les mystères planant sur la nature et la destinée de l'âme humaine. »

Et à ce trait, visiblement lancé à l'œil droit des chercheurs de morale scientifique, il joint aussitôt l'énoncé de sa thèse : il va passer en revue non pas notre Science, mais notre ignorance. Et il la signale sur trois points :

1. Nous ne savons rien sur la nature et l'origine des éléments constitutifs de la matière.

2. Nous ne savons rien sur cet élément mystérieux qui se dresse manifestement devant nous, comme indispensable et nécessaire à tous les phénomènes, que nous ne parvenons à saisir que par l'analyse, qui est réfractaire à tous

nos instruments et à qui nous ne pouvons que donner un nom, plus mystérieux que tous les mystères : l'éther.

3. Enfin, nous ne savons rien de la vie, ni des origines de la vie.

Ici vous arrêtez le grand ministre, et vous lui criez : « Et l'évolution, et l'évolution universelle, qu'en faites-vous ? »

Il répond : « L'évolution, mot commode, mal défini, un de ces mots qui de temps en temps surgissent dans la langue vulgaire et qui ont le don de nous soulager de nos perplexités et de masquer les lacunes de notre Science. »

Mais il l'examine cependant, cette théorie qui est bien le dernier mot et le suprême essai de philosophie de la nature auquel aient abouti nos savants contemporains ; il l'examine en connaissance de cause, et il arrive à cette conclusion d'un savant anglais, qui est celle aussi de beaucoup de savants français : « Nous acceptons cette théorie, non point parce que nous sommes à même de la démontrer, mais parce que nous y sommes obligés, parce que c'est la seule explication que nous puissions concevoir, sans invoquer l'existence d'un plan préconçu dans la nature. »

Et il ajoute : « Parce que nous y sommes obligés ! Comme homme politique, je connais très bien cet argument. Mais saurait-il être admis en Science ? J'accepte complètement la conclusion du professeur, que, si la sélection naturelle est rejetée, nous n'avons d'autre ressource que de nous rabattre sur l'influence médiate ou immédiate d'un ordre voulu régnant dans la nature. Nous autres, à Oxford, nous ne nous effrayons pas de cette extrémité. » Et empruntant les paroles de lord Kelvin, qu'il appelle « le plus grand homme de science qui se trouve parmi nous », il termine par ces mots : « Des preuves éclatantes d'une action intelligente, d'un dessein bienveillant sont multipliées autour de nous, et si jamais des doutes métaphysiques nous écartent temporairement

de ces idées, elles reviennent avec une force irrésistible ; elles nous montrent la nature soumise à une volonté libre; elles nous apprennent que toute chose vivante dépend d'un Maître éternel. »

Il me semble que ce Congrès d'Oxford, où s'était rassemblée l'élite des savants d'Angleterre, vaut bien comme autorité le banquet des savants de Paris. Comment ne pas remarquer aussi la distance qui sépare lord Salisbury, premier ministre de l'empire britannique, traitant en maître ces questions si éloignées de la politique, et M. Brisson qui, avec une délicieuse désinvolture, déclare qu'il n'y entend rien? On dirait qu'à la comparaison la Science perd encore la partie. Et n'est-il pas étrange qu'après tant et de si lyriques discours sur les conquêtes de la Science, partis de ce côté-ci de la Manche, il nous vienne de l'autre côté des voix plus dignes pour nous rappeler qu'en somme ce qu'elle a fait n'est pas si grand'chose.

Mais il nous faut poursuivre ; nous ne sommes pas au bout du bilan que nous avons entrepris.

Peut-être même serait-il bon de marquer le point où nous en sommes.

Jamais ce que l'on appelle la Foi, et ce que l'on appellerait mieux nos dogmes religieux, n'a méconnu la possibilité pour la raison humaine d'arriver, indépendamment de toute révélation et de tout dogme positif, à la connaissance des principes de la morale. Loin de nier ce pouvoir de l'esprit humain, nos théologiens l'utilisent, et leur premier soin, en développant les préceptes de la morale, est de les établir sur des arguments de raison pure. Voyez saint Thomas.

Ce que nous soutenons, le voici.

C'est que cette morale naturelle manque de précision, et que, dans les applications de détail qu'il en faut faire dans la vie humaine, l'homme n'y trouvera qu'un faible

secours de lumière à sa raison chancelante et un plus faible secours de force à sa fragile et inconstante volonté.

Cette précision lumineuse ne se peut rencontrer que dans l'enseignement positif, et cet enseignement n'aura l'autorité voulue qu'à la condition de pouvoir s'appuyer sur une révélation divine.

Ce secours de force ne peut venir à la volonté que par une surnaturelle assistance de Dieu, compatissant à l'effort impuissant de sa créature.

Il y a quelque vingt ans, M. Jules Simon écrivit un livre sur *Le Devoir*. Il y consigna à peu près toutes les lois de conduite que la raison peut se formuler par elle-même ; inconsciemment, il y ajouta ces idées que dix-huit siècles de christianisme ont répandues et infiltrées dans les esprits et dans les mœurs, si profondément qu'elles semblent devenues partie intégrante de l'âme humaine. Lisez-le, ce livre, et vous serez étonné de ses incertitudes. Il est aisé de dire : « Vous ne volerez pas ! » Mais quand il faudra décider dans tel cas particulier, en présence de la passion qui halète : ceci, est-ce bien voler ? ne voyez-vous pas ce qui arrivera de la loi morale ?

Le prince de Broglie, analysant le livre de M. Jules Simon, lui faisait un autre reproche : le Dieu qui promulgue et qui venge cette loi naturelle est un Dieu impassible et terrible, il ne pardonne pas, et le sort est cruel des pauvres hommes, tous pécheurs, hélas ! devant cet immobile et impitoyable Juge.

Voulez-vous me permettre à ce point de vue d'analyser avec vous la formule de M. Richet : « Le mal, c'est la douleur des autres ? » Je constate d'abord qu'elle est très singulière. La douleur des autres ? Et ma propre douleur, ce n'est pas mon mal à moi ? Ce n'est pas mon premier mal, même avant la douleur des autres ?

Mais n'insistons pas. Je crois que M. Richet voulait simplement dire, sous une forme qui dissimulât le mot de de l'Évangile : « Ne faites pas à autrui ce que vous ne

voudriez pas qu'on vous fît à vous-même. » C'est fort bien; mais ce précepte tout négatif est incomplet. Il faut davantage. Il faut en venir à cet autre mot du même saint livre : « Aimez votre prochain comme vous vous aimez vous-même. » Et cela même n'est qu'un résumé, une sorte de synthèse de la loi. La loi claire, précise, pratique, est dans le Décalogue. Seulement le Décalogue a trop les allures d'une révélation pour que jamais on le puisse donner comme le pur produit des sciences expérimentales. On y sent trop le Maître et le Dieu pour qu'on puisse en faire la voix mystérieuse d'un *impératif catégorique*.

Quoi qu'il en soit, acceptons tout, et voyons l'âme en présence des commandements de la morale scientifique. Le cas de conscience a été posé ces derniers temps avec beaucoup de fracas dans *Les Tenailles* de Hervieu.

Il y a là, vous le savez, une femme qui, après quelques mois de mariage, s'aperçoit, la pauvre ! que son mari n'est pas ce qu'elle avait rêvé. Elle le sent d'autant plus vivement qu'il y a là, derrière la coulisse, un beau jeune homme blond qui eût été tout justement l'affaire. C'est chose curieuse comme ces découvertes sur le mari et les beaux blonds ou les beaux noirs se rencontrent toujours à point nommé !

La situation est bien posée. En morale chrétienne, la loi apparaît aussitôt, nette, précise, impitoyable, sans une issue, sans un refuge. Mais chez ces espèces-là, la morale chrétienne n'a plus cours, et voici qu'elle cherche à échapper au joug, tout en voulant rester honnête. Je crois, en vérité, qu'elle dit « honnête » ; mais je suppose qu'elle l'entend avec les nuances fanées et mortes, très en honneur dans l'ameublement contemporain.

Voici que vient M. Richet : « Chère Madame, gardez-vous bien ! Le mal, c'est la douleur des autres ; et songez à la douleur de votre mari ! » Je gage qu'elle répondrait : « Mon mari ! mon mari ! il ne l'aura pas volé, le monstre ! » Il est en effet convenu que son mari, un peu comme tous

les maris en ces circonstances, est un vrai monstre. Que si M. Richet insiste, il est manifeste qu'elle lui dira ce que je disais tantôt : « Et ma douleur à moi, est-ce qu'elle ne compte pas, celle-là ? Allez donc, Monsieur, allez donc faire à mon mari votre beau discours ; car si quelqu'un souffre ici, c'est moi, et par sa faute. » Elle n'est pas si sotte d'ailleurs qu'elle ne sente pas que le premier droit de l'homme est d'échapper à la douleur, quand il le peut sans forfaire.

Et elle cherche.

Or voici un autre savant, très connu de M. Richet, qui vient offrir à ce pauvre cœur de martyre son infaillible spécifique : M. Naquet lui présente le divorce. Ah ! voilà le salut ! Et elle s'y jette à corps perdu.

Je vous prie de remarquer ce jeu de la passion humaine. Ce n'est pas du tout le mal qui lui fait peur ; bien au contraire, elle l'aime, elle le veut ; seulement elle voudrait bien, tout en faisant le mal, conserver son étiquette d'honnête femme ; et comme le divorce la lui promet, elle va au divorce. Les choses vont changer tantôt.

Il arrivera que le seul manteau dont elle pourra couvrir sa honte sera son mariage ; ce contrat seul peut lui garder les dehors d'une honnêteté qu'elle a perdue. Non, non, plus de divorce maintenant ! Il est vrai que le beau blond est mort dans l'intervalle. O la jolie morale !

Cette femme représente admirablement le lâche cœur de l'homme. Ce n'est pas la loi morale qu'il veut, c'est la légitimation et la justification de sa passion et de sa faiblesse. Il ne se plie pas aux volontés éternelles du devoir, il veut plier le devoir aux onduleuses variations de ses désirs. Ce n'est pas le mal qu'il redoute, c'est la honte ; dites-lui qu'il n'aura pas à rougir et que l'on ne saura rien, et il est prêt à se ruer dans l'infamie.

Ce cœur-là, — et nous le connaissons bien, n'est-ce pas, puisque c'est le nôtre, — ce cœur-là, ce n'est pas avec des

morales scientifiques ni avec des impératifs catégoriques que vous le gouvernerez. Savez-vous ce qu'il lui faut ?

Parce qu'il est lâche contre lui-même, il lui faut Dieu, l'Éternel, l'Immense, l'Invisible, qui sait tout parce qu'il voit tout, qui pénètre dans le fond de nos cœurs et de nos consciences, qui entend nos raisons vaines et les subterfuges dont nous cherchons l'abri pour échapper au remords. Dieu présent partout, et jusque dans le noir des nuits suivant nos pas, dans les recoins de notre âme suivant nos désirs, dans les replis de notre cerveau suivant nos pensées.

Dieu, le Maître et le Juge.

Et parce qu'il est faible, ce pauvre cœur de l'homme, et débile, il lui faut le Dieu tout-puissant dont la grâce le soutient et lui vient en aide, et le Dieu miséricordieux qui pardonne au repentir.

Il lui faut le Dieu, la foi et la morale des chrétiens.

Et n'est-ce pas ce qui ressort de tout ce grand débat de l'année ?

C'est Dieu qui gagne la partie, et si la Science n'a pas fait banqueroute, comme on reproche tant à M. Brunetière de l'avoir déclaré, du moins est-il évident qu'elle ne saurait le remplacer dans le gouvernement de la liberté humaine.

## V. LA MORT DE PASTEUR.

Chose singulière ! ces messieurs le reconnaissent. Mais ce Dieu qu'ils déclarent volontiers nécessaire, ils le déclarent malheureusement inacceptable. Pourquoi ? A raison des croyances qu'il impose, et qui gênent ces messieurs dans l'essor magnifique de leur pensée, qui les entravent dans la voie des découvertes, qui contredisent leurs convictions scientifiques.

L'année qui vient de passer a donné à cette objection

une réponse éclatante et solennelle. Elle fut l'année où mourut Pasteur.

Pasteur? Voulez-vous l'entendre apprécier par M. Berthelot lui-même ?

Voici mot pour mot : « Pasteur vient de mourir ; une des grandes lumières du XIXe siècle s'est éteinte... Il était entré vivant dans cette apothéose que la jalousie des dieux accorde à si peu parmi les humains, et seulement près du terme où ils vont disparaître... Pasteur, Renan, Victor Hugo, les trois figures qui ont jeté le plus vif éclat de notre temps dans l'ordre des choses de l'esprit !

» Parti d'études étroites et spéciales, il s'est élevé à des vues de plus en plus générales, pour aborder les problèmes les plus vastes qui puissent intéresser la race humaine... L'étude des corps cristallisés conduisit Pasteur à la découverte de la dissymétrie moléculaire ; celle-ci le mena à l'étude des fermentations ; et cette dernière tout d'abord à l'éternel problème de la génération spontanée, c'est-à-dire de l'origine de la vie... Au cours de ces dernières recherches, il s'engagea dans une discussion célèbre, soulevée par Pouchet, en 1860, discussion rendue plus ardente par des considérations philosophiques et religieuses. Il y fit briller la vigueur et la subtilité de son esprit, et finit, suivant une expression imagée de P. Bert, par enclouer tous les canons de son adversaire. »

Pourquoi M. Berthelot ne remarque-t-il pas que Pasteur, en cette circonstance, tenait pour la philosophie et pour la Foi ? « En prouvant que, jusqu'à ce jour, disait Pasteur lui-même, la vie ne s'est jamais montrée à l'homme comme un produit des forces qui régissent la matière, j'ai pu servir la doctrine spiritualiste, fort délaissée ailleurs, mais assurée de trouver dans vos rangs un glorieux refuge (1). » — Et s'il a encloué toute les pièces de son adversaire, comment la question reste-t-elle encore

(1) Discours de réception à l'Académie.

debout, si bien debout qu'on la déclare éternelle ? Mais poursuivons.

Dans le reste de l'article qu'il consacre à Pasteur, M. Berthelot rappelle successivement ses découvertes géniales ; la transformation totale que leur application fit subir à la chirurgie, à l'obstétrique et à l'hygiène, à la médecine elle-même ; la découverte des virus d'inoculation contre la rage, le charbon, la diphtérie et le reste.

Le journal à qui j'emprunte ces passages de M. Berthelot disait : « Il a fondé de toutes pièces la bactériologie, trouvaille colossale, qui dépasse en portée celles des Pascal, des Descartes, et des Newton. » « A lui seul, disait Huxley, et par les ruines qu'il a prévenues et par les vies qu'il a sauvées, il aurait pu payer la rançon de la France. »

M. Poincaré, un autre orateur du banquet de Saint-Mandé, n'est pas moins prodigue d'admiration. Devant le cercueil de Pasteur, il rappelle ce mot qui avait été dit aux fêtes de son septuagénaire : « On est bien embarrassé pour donner à l'éloge une forme nouvelle, tous les mots ont été employés dans toutes les langues, et tout le monde s'en souvient. » Puis il refait, avec une supériorité remarquable d'analyse, le récit des travaux et des découvertes de l'illustre mort, et il termine : « Adieu, cher et illustre Maître ; la Science, que vous avez si grandement servie, la Science immortelle et souveraine, par vous devenue plus souveraine encore, transmettra aux âges les plus lointains l'ineffaçable empreinte de votre génie. La France que vous avez tant aimée gardera fièrement, comme un bien national, comme une consolation, comme une espérance, votre souvenir vénéré. L'humanité que vous avez secourue environnera votre gloire d'un culte unanime et impérissable, où elle verra se fondre toutes les rivalités, et où elle conservera, vivante et forte, la foi commune dans le progrès infini. »

Et des quatre coins du monde arrivent les expressions désolées de la Science en deuil : de France, d'Allemagne,

d'Angleterre, de Russie, des États-Unis, de l'Inde, de tout l'univers, comme un dernier salut envoyé au savant dont le pauvre corps va dormir du grand sommeil. « On l'a dit, et c'était vrai, la mort de Pasteur appauvrit le monde. »

Or, sur le cercueil ainsi salué par toute la terre, brillait l'image du Christ sauveur.

Car cet homme, dont la mort appauvrissait le monde, était un croyant, un humble fils de l'immortelle Église ; son âme était partie tandis qu'entre ses mains il serrait une petite croix de cuivre, et sur ses lèvres les derniers mots avaient été le symbole de notre Foi et de notre espérance. Et jamais il ne s'en était caché. En l'une des circonstances les plus solennelles de sa vie, chargé de faire devant l'Académie française l'éloge de Littré auquel il succédait, il avait, avec une sincérité et une fierté magnifiques, fait profession de sa Foi et de ses doctrines religieuses.

Il fait bon marché de ces doctrines nouvelles qui prétendent détourner l'homme des vérités éternelles sous le prétexte vain qu'elles sont inconnaissables : « Je me demande, dit-il, au nom de quelle découverte nouvelle philosophique ou scientifique on peut arracher de l'âme humaine ces hautes préoccupations. Elles me paraissent d'essence éternelle, parce que le mystère qui enveloppe l'univers et dont elles sont une émanation est lui-même éternel de sa nature. »

Il rappelle le mot de Faraday : « La notion et le respect de Dieu arrivent à mon esprit par des voies aussi sûres que celles qui nous conduisent aux vérités de l'ordre physique. » Il a un mot très dédaigneux pour cette religion des savants que l'on a appelée le positivisme : « Il n'offre aucune idée neuve », et il ajoute : « La grande et visible lacune de ce système consiste en ce que, dans la conception positive du monde, il ne tient pas compte de la plus importante des notions positives, celle de l'Infini. »

Laissez-moi vous citer tout ce passage, il est superbe et vous ne le regretterez pas :

« Au delà de la voûte étoilée, qu'y a-t-il ? De nouveaux cieux étoilés ? Soit. Et au delà ? L'esprit humain, poussé par une force invincible, ne cessera jamais de se demander : Qu'y a-t-il au delà ? Veut-il s'arrêter, soit dans le temps, soit dans l'espace, comme le point où il s'arrête n'est qu'une grandeur finie, plus grande seulement que toutes celles qui l'ont précédée, à peine commence-t-il à l'envisager que revient l'implacable question ; et toujours, sans qu'il puisse faire taire le cri de sa curiosité. Il ne sert de rien de lui répondre : Au delà, des espaces, des temps ou des grandeurs sans limites. Nul ne comprend ces paroles. Celui qui proclame l'existence de l'infini, et personne ne peut y échapper, accumule dans cette affirmation plus de surnaturel qu'il n'y en a dans tous les miracles de toutes les religions ; car la notion de l'infini a ce double caractère, de s'imposer et d'être incompréhensible. Quand cette notion s'empare de l'entendement, il n'y a qu'à se prosterner. Par la notion de l'infini, le surnaturel est au fond des cœurs. L'idée de Dieu est une forme de l'idée de l'infini. Tant que le mystère de l'infini pèsera sur la pensée humaine, des temples seront élevés à son culte. Et sur la dalle de ces temples, vous verrez des hommes agenouillés, prosternés, abîmés dans la pensée de l'infini...

» Où sont les vraies sources de la dignité humaine, de la liberté et de la démocratie ? Les Grecs avaient compris la mystérieuse puissance de ce dessous des choses. Ce sont eux qui nous ont légué un des plus beaux mots de notre langue, le mot enthousiasme : En Theos, un Dieu intérieur. La grandeur des actions humaines se mesure à l'inspiration qui les fait naître. Heureux celui qui porte en soi un Dieu, un idéal de beauté, et qui lui obéit : idéal de l'art, idéal de la science, idéal de la patrie, idéal des vertus de l'Évangile. Ce sont là les sources vives des

grandes pensées et des grandes actions. Toutes s'éclairent des reflets de l'infini. »

Cela, c'était dit devant l'Académie ; plus nette et plus simple était sa profession de foi intime. « Cher Maître, lui disait un jour un de ses élèves, admis à sa familiarité, comment vous, qui avez tant réfléchi et tant étudié, comment pouvez-vous croire ? » Et Pasteur répondit : « C'est pour avoir réfléchi et étudié beaucoup que j'ai gardé une foi de Breton. Si j'avais réfléchi et étudié davantage, j'en serais venu à une foi de Bretonne. »

Qu'on ne vienne donc plus nous chanter cet éternel refrein de l'incompatibilité de la Science et de la Foi ! Il y a trop longtemps que cela dure, et ceux-là seuls qui retardent d'un demi-siècle peuvent encore s'y laisser prendre. En quoi la Foi chrétienne de Pasteur a-t-elle gêné ses recherches ? Quelle est la doctrine scientifique à laquelle il ait dû renoncer ? Quand a-t-il dû forcer l'assentiment de son intelligence ? En quoi ses convictions religieuses l'ont-elles diminué ?

Il est généralement admis chez ces messieurs que la Foi n'entre guère que dans des esprits débiles, malades, un peu crétins, chez des esprits inférieurs ou dégradés; une forte constitution intellectuelle met à l'abri de pareilles déchéances. Ah ! Et Pasteur était-il par hasard un de ces esprits de rebut ?

Voilà un dilemme sans issue. Ces messieurs y perdront encore la partie.

Souvent une vision m'a obsédé. Je voyais rassemblés, venus de tous les âges du passé et des temps présents, l'aréopage illustre des grands esprits qui ont répandu sur l'humanité le flot de leurs lumières. Sénat auguste, où se touchaient les philosophes et les savants, les théologiens et les littérateurs, toute cette élite à qui le monde doit le meilleur de son esprit et de son cœur. Quels noms, et quelles gloires ! Les Origène et les Tertullien, les Augustin

et les Jérôme, les Thomas d'Aquin et les Bacon, Corneille, Newton, Racine, Leibnitz et Bossuet, Pascal et Bourdaloue, Cauchy, Ampère, Dumas.... Qui les nommera tous ? A ces génies Dieu a parlé, et ils l'écoutent, et ils s'inclinent, et ils adorent, et de leur cœur s'élève un cri d'âme qui retentit à travers les siècles : « *Credo,* je crois. Je crois au Christ, je crois à l'Église, je crois, j'espère et j'aime. »

M. Berthelot ne saurait, ni M. Richet, ni M. Perrier, ni M. Zola.

Notre Credo tiendrait trop à l'étroit le vaste esprit de ces messieurs. C'était bon aux petites gens comme Bossuet et les autres de tantôt. Eux ont de plus vastes envolées. Ah ! les beaux oiseaux ! Sont-ils plaisants !

Donc l'année fut bonne pour notre vieille foi chrétienne. Celle qu'on disait morte vit toujours, et, comme le Galiléen antique, elle fait toujours des cercueils. Quelle leçon pour les pusillanimes, qui tremblent et crient au Seigneur : « Sauvez-nous, sauvez-nous, nous périssons ! » Laissez donc le Christ conduire la barque et ne craignez pas. Il était hier, il est aujourd'hui, il sera dans tous les siècles.

Ne tremblez pas et bénissez Dieu. Ah ! l'année elle-même ne s'est pas terminée sans un chant d'action de grâces, solennel et touchant. C'était au centenaire de la fondation de l'Institut de France, le 23 octobre de l'an passé. Vous n'ignorez pas que l'Institut comprend, dans sa forme actuelle, les cinq Académies : l'Académie française, l'Académie des sciences, l'Académie des inscriptions, l'Académie des sciences morales et politiques, et l'Académie des beaux-arts. Elle est certainement la plus haute assemblée intellectuelle de la France. Les fêtes furent somptueuses. Mais tandis qu'on les organisait, parmi les académiciens croyants se fit jour une pensée profondément chrétienne. Des fêtes officielles, c'était bien ; mais il fallait aussi la fête de l'âme ; il fallait remercier Dieu et, dans la sainte communion des vivants et des

morts, prier pour les défunts. Des invitations furent lancées, signées par un membre de chacune des cinq Académies : M. de Broglie, pour l'Académie française ; M. Hermite, pour l'Académie des sciences ; Ambroise Thomas, pour l'Académie des beaux-arts....

L'invitation fut lue dans les cinq Académies par le secrétaire en fonction. Le sort a des dérisions : ce fut, à l'Académie des sciences, M. Berthelot.

Et, le jour venu, en l'église de St-Germain-des-Prés, la messe fut dite. L'abbé Duchesne la célébrait, assisté de trois diacres d'honneur : l'abbé Chevalier, le P. De Smedt, et le P. Delattre, tous les quatre de l'Académie des inscriptions. Mgr Perraud, de l'Académie française, fit l'allocution, et sachant qu'il parlait à des croyants : « Prier pour les morts, dit-il, voilà ce que nous sommes venus faire en cette funèbre cérémonie, nous les membres vivants des cinq Académies; donner à ceux de nos collègues qui ont disparu, après avoir représenté avec tant d'éclat, non seulement le génie français, mais l'esprit humain, un témoignage de religieuse confraternité. »

Et après avoir parlé à son illustre auditoire des dogmes de l'au delà et du Purgatoire, il monta à l'autel pour faire descendre sur la tête inclinée de ces savants la bénédiction que leur envoyait le Pape. « Avec vous, Messieurs, je bénirai vos familles. Plus loin que vous, je bénirai ce cher pays de France dont nous sommes fiers d'être les fils et à qui, du fond le plus intime de nos cœurs, nous souhaitons toute grandeur, toute prospérité et toute gloire. »

Et devant la bénédiction de Dieu, le créateur des choses, de Dieu, l'ordonnateur des mondes, de Dieu, l'infini, l'immense, l'éternel, la Science fidèle a baissé son front glorieux !

---

Au moment où nous corrigeons les épreuves de cet article, la REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES nous apporte, signée par M. Perrier, une réponse au *Discours de lord Salisbury*.

C'est d'abord une analyse de la brochure d'Herbert Spencer, puis une ajoute de M. Perrier lui-même. La brochure d'Herbert Spencer est tout entière à côté de la question. Elle tâche à démontrer que la théorie de l'évolution l'emporte au point de vue scientifique sur la théorie des créations multiples et successives. C'était bien ce qu'avait dit lord Salisbury lorsqu'il reconnaissait que l'on acceptait généralement la théorie de l'évolution... faute de mieux.

Or, voici la fleur que M. Perrier épingle à cette brochure. Il a découvert que création et génération spontanée sont une seule chose et absolument la même! Et pour qu'on ne me croie pas sur parole, je citerai ses propres termes : « Pour l'homme de science,.... les mots *création* et *génération spontanée* sont donc synonymes. » Or « personne aujourd'hui n'oserait avouer qu'il croit à la génération spontanée.... d'une baleine ou d'un éléphant ! »

Est-ce au retour de quelque nouveau banquet de St-Mandé que M. Perrier a fait cette découverte ? Il semblerait.

VICTOR VAN TRICHT, S. J.

---

# L'ÉLECTRICITÉ ET LA VIE

Étrange mystère que celui de la vie ! Tout sert à l'éclairer, et cependant la nature intime de la vie reste toujours également obscure.

En entrant dans un organisme vivant, la matière ne perd aucune de ses propriétés générales, et cependant elle passe par une série de transformations spéciales qu'on ne retrouve nulle part ailleurs. Il n'est aucune découverte dans l'ordre des phénomènes physico-chimiques qui n'ait eu son retentissement dans le domaine des phénomènes matériels présentés par l'être vivant, et cependant on en est encore à se demander ce que c'est que la vie.

La mécanique venait à peine d'être fondée sur de nouvelles bases par Galilée, que déjà Descartes l'appliquait aux animaux, transformés par lui en simples machines. Que les lois de la mécanique dominent les mouvements vitaux, qui le niera? La marche du sang dépend de la pression imprimée par le cœur, de la résistance et de l'élasticité des vaisseaux, de l'action de la pesanteur sur le liquide. Dans le jeu des muscles, les propositions relatives aux forces, aux moments, aux points d'application sont aussi vraies que pour les leviers et les balances.

Mais la mécanique reste muette lorsqu'il s'agit de nous dire comment les muscles se contractent, pourquoi cette contraction se produit à tel moment plutôt qu'à tel autre, pourquoi le poussin se baisse quand il aperçoit une graine ou pourquoi le mouton fuit à l'aspect du loup.

Priestley a découvert dans l'air un gaz éminemment actif, l'oxygène qui, par sa combinaison avec le carbone, produit la chaleur dégagée par nos foyers. Par une conception de génie, Lavoisier estima que l'oxygène, absorbé par la respiration, servait également à la combustion de la matière vivante et s'échappait ensuite à l'état d'anhydride carbonique, tout comme dans une machine à feu.

Cette assimilation du corps à une machine à feu ne peut être contestée, mais combien cependant la combustion ne diffère-t-elle pas dans les organismes naturels et dans les machines artificielles? Au lieu de cette flamme ardente produite par l'oxygène dans nos fourneaux et capable de fondre des métaux excessivement réfractaires, à peine peut-on constater, à la suite de la combustion, un léger accroissement de température chez les animaux à sang froid. Chez les vertébrés même les mieux doués, la chaleur ne dépasse pas cinquante degrés. Et — chose étrange — cette chaleur reste invariable en dépit de l'apport plus ou moins grand de combustible.

Les membranes animales et végétales sont régies par les lois de l'osmose; c'est même à elles que les physiciens s'adressent pour démontrer les échanges osmotiques. Mais dans le vivant, les courants se renversent souvent, et c'est parfois un signe de maladie que de les voir suivre les règles ordinaires de la dialyse, en se portant d'une façon continue vers certains organes et y accumulant des masses considérables d'eau comme dans l'hydropisie.

La chimie organique ne compte plus ses victoires. La forme des édifices moléculaires des substances organiques a été déterminée. Bien plus, on est parvenu à reconstruire artificiellement de toutes pièces certains de ces édifices, l'urée, l'alcool, par exemple. Malheureusement on n'a pas encore réussi à infuser la vie dans aucune des molécules ainsi reconstruites. Un microbe vivant, c'est bien peu de chose, et cependant il défie

toute la science chimique. L'hétérogénie, la génération spontanée a moins de vogue que jamais, et bien fou serait celui qui voudrait s'attaquer aux travaux de Pasteur.

Avance-t-on, n'avance-t-on pas dans la solution du problème de la vie? Sans hésiter, on peut répondre qu'on avance. Chaque nouveau progrès de la science explique quelque chose qu'on n'expliquait pas auparavant. On se rend ainsi compte du mécanisme de tel ou tel phénomène particulier; mais voici ce qui arrive : la connaissance même qu'on vient d'acquérir fait surgir de nouveaux problèmes qu'on n'avait pas même soupçonnés auparavant. Plus il y a de questions résolues, plus on voit de nouvelles questions à résoudre.

Tel le voyageur qui gravit une montagne. A mesure qu'il s'élève, son horizon grandit, il aperçoit de nouveaux sites, de nouvelles perspectives s'ouvrent devant lui; mais si ce qu'il voit est grand, étendu, il sent aussi de plus en plus combien doit être vaste ce qui se perd au delà, car les bornes extrêmes de son horizon ne sont encore que les frontières intérieures de ce qu'il ne sait pas atteindre par la vue.

Si on examine de plus près en quoi consiste la ressemblance entre la matière vivante et la matière brute, on verra que toutes les découvertes tendent à démontrer que la matière vivante, tout en présentant dans l'intérieur de l'organisme des lois qui lui sont propres, se comporte vis-à-vis du monde extérieur comme si elle était de la matière brute, en ce sens qu'elle n'introduit dans le monde extérieur que des modifications égales ou équivalentes à celle qu'elle introduirait si elle n'était pas vivante. Par son poids, l'animal, vivant ou mort, exerce la même pression sur le corps qui le supporte. Il élimine par l'excrétion la même quantité de matière qu'il absorbe par la digestion et la respiration. La balance est donc la même pour le monde extérieur que si la matière avait passé par une machine artificielle quelconque. Et cette

balance s'établit non seulement pour la quantité totale, mais pour la quantité de chacun des corps simples. Au bout d'un jour, chez les animaux carnivores, on retrouve dans l'urée la quantité d'azote absorbée avec les aliments. L'oxygène aspiré se retrouve à peu près tout entier dans l'anhydride carbonique expiré, et ce qui fait défaut apparait dans les autres produits excrétés.

Les êtres vivants respectent à ce point les lois physico-chimiques que, s'ils venaient à disparaître entièrement et que tout ce à quoi ils ont imprimé leur cachet eût succombé à l'action du temps, l'univers se trouverait dans un état équivalent à celui où il aurait été s'ils n'avaient pas existé. Ils ne changent donc pas essentiellement l'état final que l'univers aurait atteint en partant de l'état initial qui a précédé l'apparition de la vie.

Cela ne doit pas nous sembler étrange, car même pour les corps bruts, la mécanique nous apprend qu'en partant d'un état initial, ils peuvent atteindre de différentes manières un état final équivalent. Quelque route que parcoure un poids en descendant, qu'il roule le long d'une pente escarpée ou d'une pente douce, qu'il suive une ligne droite ou une ligne courbe, s'il arrive à un même niveau, il a exécuté le même travail, et l'énergie qu'il possédait au début a diminué de la même quantité. Mais ce qu'il a perdu, d'autres corps l'ont gagné; les frottements qu'il a exercés, le choc qu'il a produit en s'arrêtant brusquement, donnent précisément une quantité de chaleur équivalant à l'énergie mécanique disparue.

La différence entre les organismes vivants et les corps inorganisés ne consiste pas non plus en ce qu'ils modifient de deux manières essentiellement différentes l'état de l'univers; elle consiste uniquement en ce qu'ils parcourent deux cycles essentiellement différents.

Faites passer de l'oxygène dans un foyer chargé de charbon sous forme de substances organiques mortes, ou à travers un animal vivant constitué des mêmes substances.

La quantité d'anhydride carbonique que vous recueillerez pour une même dépense d'oxygène et de substances combustibles sera la même, la quantité d'énergie calorifique produite sera la même ; mais ce qui se passe dans le foyer, nous le savons, nous pouvons l'expliquer par d'autres phénomènes de la nature inorganisée. La machine vivante au contraire nous est fermée ; ce qui se passe dans son intérieur est un secret de son inventeur. Les entrées et les sorties seules tombent sous nos moyens de contrôle.

Résumons-nous. Grâce aux progrès des sciences physiques et chimiques, on connaît de mieux en mieux ce qui dans le vivant n'est pas la vie, mais la vie reste toujours irréductible aux autres énergies matérielles.

Jusqu'ici nous n'avons pas encore parlé de l'électricité. L'électricité ferait-elle peut-être exception à la loi que nous venons d'établir pour les autres espèces d'énergie ? L'électricité, qui est un mystère, nous donnera-t-elle peut-être l'interprétation de cet autre mystère qui est la vie ?

L'importance du rôle joué actuellement par l'électricité n'a pas besoin d'être relevée. Même devant un auditoire vulgaire, on n'est plus admis à parler de ses applications à la télégraphie, à la téléphonie, à l'éclairage, au mouvement.

L'électricité, qui jette de si vives clartés sur tant de choses, qui nous fait même pénétrer actuellement jusqu'à l'invisible, ne répandrait-elle pas non plus un peu de lumière sur le fond ténébreux de la vie ? On était peut-être d'autant plus en droit de s'y attendre que c'est par un phénomène vital, la contraction des muscles d'une grenouille, que l'électricité dynamique s'est révélée à Galvani.

Nous ne remonterons pas cependant jusqu'à Galvani dans l'exposition des relations de l'électricité avec la vie. Nous nous bornerons aux recherches les plus récentes, ne faisant allusion aux plus anciennes que dans la mesure où

elles servent à expliquer celles qui leur sont postérieures en date.

L'intelligence des phénomènes serait impossible si nous ne rappelions d'abord quelques principes d'électricité.

Mais nous éviterons autant que possible les termes techniques, employés très justement et très avantageusement par les gens de métier, mais multipliés au point de rendre inabordable pour un profane un traité même élémentaire d'électricité.

Les piles électriques sont trop dispendieuses et trop incommodes pour servir utilement dans de grandes installations. Cependant c'est d'elles que nous nous occuperons spécialement, parce que, de tous les moteurs électriques, c'est la pile qui présente le plus d'affinité avec le moteur vivant. De part et d'autre, en effet, on utilise les énergies chimiques des substances mises en présence.

Les installations où le mouvement est produit par l'action des piles ont été assimilées à des installations hydrauliques où la force motrice est empruntée aux courants d'eau, amenés de plus ou moins loin au sein d'une agglomération urbaine.

Dans les installations hydrauliques, trois facteurs interviennent : la hauteur du réservoir ou du château d'eau d'où vient l'eau, la longueur et le calibre des canaux qui amènent le liquide, le plus ou moins de puissance qu'on veut donner à la machine actionnée par l'eau.

Plus le réservoir est élevé, plus la pression est forte et plus le courant sera rapide.

La canalisation, au contraire, tend à ralentir le courant par les frottements de l'eau sur les parois. Plus les tubes seront longs et plus ils seront étroits, plus le débit sera petit.

Ces canaux peuvent être divisés en deux groupes. Le premier groupe comprend les conduites qui partent directement du réservoir et celles qui circulent à une

certaine profondeur en dessous de toutes les grandes artères de la ville. L'industriel qui utilise l'eau comme force motrice doit accepter cette canalisation toute faite et ne peut la modifier. Mais lui-même a établi une seconde canalisation dans son propre établissement. Pour celle-ci, il peut en régler comme il lui plaît les dimensions suivant le but qu'il poursuit.

La première canalisation peut être considérée comme une annexe directe du réservoir, comme une prolongation de celui-ci. La résistance qu'elle oppose fait partie intégrante du système, elle ne peut être éliminée. Nous l'appellerons la résistance intérieure du système. L'autre canalisation présente une résistance surajoutée à la première ; nous l'appellerons la résistance extérieure.

Le courant d'eau, dans notre hypothèse, sert à actionner une machine, une turbine par exemple. La marche de cette machine ne dépendra pas seulement de la force du courant. La façon même dont la turbine est construite, sa grandeur, la nature du travail qu'elle est appelée à exécuter influeront sur son rendement.

Dans l'installation électrique, nous trouvons aussi trois éléments : un réservoir, une canalisation, une machine destinée à être actionnée. Le réservoir d'électricité est la pile, les canaux sont représentés par les conducteurs, la machine à actionner peut être quelconque, une roue par exemple à mettre en rotation.

La pression sous laquelle l'électricité sort d'une pile varie avec la pile elle-même. De sorte qu'une pile Bunsen, par exemple, exerce, en nombres ronds, une pression double d'une pile Daniell. On peut donc représenter une pile Bunsen par un réservoir situé à une hauteur double de celle correspondant à une pile Daniell.

Comme les canaux d'une circulation d'eau, les fils électriques opposent au flux de l'électricité une résistance qui croît avec leur longueur et leur minceur.

Mais il n'y a pas que les fils conducteurs qui opposent

de la résistance à l'électricité : l'électricité a une certaine difficulté à traverser le liquide lui-même de la pile. Il y a donc à considérer ici de nouveau une résistance intérieure, celle de la pile, et une résistance extérieure, celle des fils conducteurs.

Enfin la machine à actionner utilisera plus ou moins bien le courant suivant sa construction.

L'être vivant peut remplir, au point de vue de l'électricité, le rôle de chacun des trois facteurs que nous venons de considérer. Parfois il est un simple conducteur passif. Dans d'autres occasions, il devient une machine actionnée par l'électricité. Enfin il peut, comme la pile elle-même, être un véritable réservoir d'électricité.

C'est sous ces trois aspects que nous allons l'examiner.

Et tout d'abord, l'organisme est un conducteur, mais, hâtons-nous de le dire, un mauvais conducteur. Il oppose une résistance considérable à la circulation de l'électricité, et s'il s'agit des nerfs en particulier, la résistance devient énorme.

Charpentier (1) a tenté de mesurer dans ces derniers temps la résistance des conducteurs nerveux.

Il s'est d'abord servi du téléphone. Plus les fils téléphoniques opposent de résistance, soit par un excès de longueur, soit par une diminution trop forte de leur calibre, plus on entend mal. Ce principe a servi dans la mesure de la résistance nerveuse.

Sur le trajet d'un des deux fils qui partent du téléphone, j'intercale un bout de nerf. Le son rendu par l'instrument est fort atténué. Je substitue maintenant au nerf un fil dont je puis calculer la résistance, j'en prends des longueurs de plus en plus considérables jusqu'à ce que le

(1) Aug. Charpentier. *Contributions à l'étude de la conductibilité électrique des nerfs dans diverses conditions physiologiques.* ARCHIVES DE PHYSIOLOGIE, 1894, p. 516. — *Nouvelle mesure de la conductibilité électrique et du travail physiologique des nerfs.* IBID., p. 792.

son du téléphone soit affaibli comme il l'était par le nerf. La résistance du fil sera égale alors à celle du nerf.

Tel est le degré de la résistance nerveuse que, si l'opération se faisait à la manière ordinaire au moyen de deux téléphones dont l'un recevrait les ondes sonores et l'autre les reproduirait, la transmission serait tout à fait défectueuse et l'opération serait impossible. Le courant d'une pile substitué au faible courant du téléphone ne serait pas encore suffisant. Il a fallu, pour vaincre la résistance du nerf, recourir aux courants énergiques de la bobine de Ruhmkoff.

Évaluée par ce procédé, la résistance de quelques millimètres de nerf s'est trouvée égale à plus de mille kilomètres de fil téléphonique. On communique plus facilement de Bruxelles à Paris par des fils ordinaires qu'à travers un centimètre de nerf.

En examinant d'une manière plus précise encore la résistance nerveuse, Charpentier est arrivé à un résultat inattendu, si tant est qu'il y a encore quelque chose d'inattendu quand on a affaire à la vie ou à l'électricité.

Grâce à un nouveau procédé d'expérimentation, l'expérimentateur a trouvé qu'à l'état vivant le nerf ne présente pas la même résistance qu'à l'état de mort. La résistance du nerf sain est double de la résistance du nerf écrasé.

Le nerf ne se comporte donc point comme un fil métallique. Écrasé ou non, celui-ci présente toujours la même résistance s'il conserve la même longueur.

Le résultat est-il au désavantage ou à l'avantage de l'être vivant ? Tout est si bien disposé dans l'organisme que l'on s'attend à ce que cette augmentation de résistance soit l'indice d'un gain et non d'une perte. Aussi est-ce dans ce sens que Charpentier interprète le phénomène.

Si on interpose sur un courant d'eau une turbine, elle marchera, mais l'interposition de cette machine diminuera l'intensité du courant; et il n'en peut être autrement, car tout le travail de la machine est emprunté à l'énergie du

courant. L'interposition d'une machine augmente donc la résistance opposée au courant, mais ce désavantage est compensé par le travail même de la machine.

Il ne faudrait cependant pas croire que plus la machine opposera de résistance, plus elle effectuera de travail.

Dans une turbine, les ailettes reçoivent obliquement le courant et l'eau s'échappe par les espaces libres entre les ailettes. Si le nombre d'ailettes est petit, le courant ne rencontre presque pas de résistance, mais aussi le travail que peut fournir la turbine est très faible. Allons maintenant à l'extrême opposé ; multiplions les ailettes au point de ne laisser entre elles que des intervalles très petits. Le courant sera presque entièrement arrêté ; mais si le courant de sortie est entravé, le courant d'entrée l'est aussi, car il ne peut entrer dans la turbine plus d'eau qu'il n'en sort. S'il n'y a presque pas de courant, la turbine ne peut travailler beaucoup, puisque c'est le courant qui lui fournit son énergie.

Il n'est donc avantageux ni de multiplier trop ni de diminuer trop le nombre des ailettes. Il y a entre ces deux dispositifs extrêmes un état où la turbine, offrant au courant une résistance moyenne, donnera un maximum de rendement.

Il en va de même des courants électriques. Toute machine interposée sur le courant augmente la résistance, mais le maximum de rendement ne correspond ni au maximum de résistance, car alors le courant s'affaiblit trop, ni au minimum, car alors la machine utilise trop peu le courant. Le calcul montre que le maximum de travail utile s'obtient quand, par l'interposition de la machine, la résistance totale devient double de la résistance intérieure de la pile.

Cette condition se réalise précisément dans le nerf vivant, comme nous l'avons dit. Charpentier croit donc que le nerf vivant n'est pas un simple conducteur comme le nerf mort. Il agit de plus comme une machine, utili-

sant à son profit le courant et en retirant le maximum de travail utile.

Quelle espèce de travail est produite par le nerf, il est difficile de le dire. Aussi, quand on veut considérer l'organisme non plus comme un conducteur, mais comme une machine actionnée par l'électricité, il vaut mieux porter son attention sur le muscle, excité soit directement, soit par l'intermédiaire de son nerf moteur.

Toutefois il est un certain travail du nerf que nous pouvons constater sans cependant pouvoir le mesurer. C'est celui qui accompagne nos sensations. Quand la douleur, par exemple, produite par une excitation électrique devient de plus en plus forte, il n'est pas téméraire de supposer que les modifications matérielles des éléments nerveux sensitifs — cellules ou fibres — deviennent de plus en plus intenses ; or toute modification matérielle, dans l'état actuel de la science, suppose une transformation d'énergie. Les nerfs doivent donc, même quand il s'agit de simples sensations, effectuer un certain travail.

Il existe deux manières d'exciter les nerfs et les muscles par l'électricité. On peut placer les deux électrodes en deux points différents du tissu ; celui-ci est alors parcouru par un courant. Mais l'excitation peut être aussi unipolaire. Il suffit en effet de placer une seule des électrodes sur le nerf ou sur le muscle pour obtenir une réaction.

Les courants à leur tour peuvent être continus ou interrompus.

Quelque fort qu'il soit, le courant continu ne semble pas capable de déterminer directement une contraction. Nous disons *directement ;* car indirectement, il pourrait provoquer soit de la douleur, soit une contraction musculaire, s'il est assez fort pour décomposer les tissus. La réaction dans ce cas est due à la désorganisation elle-même ; elle n'est qu'un effet indirect du courant.

On pourrait objecter qu'à la fermeture ou à l'ouverture

d'un courant même faible, on observe des contractions bien visibles dans les muscles. Mais on sait qu'à ce moment ce n'est plus le courant continu qui agit ; l'effet provient d'un courant instantané, surgissant alors brusquement, et bien connu des physiciens sous le nom d'*extra-courant*.

Les courants interrompus provoquent des contractions et des sensations douloureuses. Ce fait est connu depuis l'expérience de Galvani. Mais, depuis ce savant, on a construit des instruments, comme la bobine de Ruhmkoff, destinés à produire des interruptions dont on peut régler la fréquence. Les courants instantanés de la bobine ont, de plus, cet avantage d'être plus énergiques que ceux obtenus directement par la fermeture ou l'ouverture du courant.

La fréquence des interruptions augmente l'intensité de la réaction organique dans le nerf et dans le muscle. La douleur devient plus forte, la contraction du muscle plus considérable.

Il n'en est plus ainsi toutefois quand la fréquence est extrême. Une expérience très intéressante de d'Arsonval(1) nous a révélé un fait tout à fait nouveau.

Par certains dispositifs mécaniques, on peut produire des renversements très nombreux du courant. La fréquence peut aller ainsi jusqu'à dix mille alternances par seconde. Mais il faut augmenter encore de beaucoup ce nombre, déjà si élevé, pour mettre bien en évidence la manière tout à fait exceptionnelle dont agissent les courants alternatifs à haute fréquence.

Grâce à Hertz, on connaît un moyen de forcer le courant à se renverser plusieurs millions de fois par seconde.

Pour expliquer la formation de ces renversements

(1) D'Arsonval. *Influence de la fréquence sur les effets physiologiques des courants alternatifs.* COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS, 20 mars 1893, CXVI, 630. — *L'Autoconduction ou nouvelle méthode d'électrisation des êtres vivants.* IBID., 3 juillet 1893, CXVII, 34.

automatiques, reprenons la comparaison de notre château d'eau dominant toute une distribution que doit suivre le courant.

Supposons que le robinet du réservoir ne soit pas ouvert et que toute la canalisation soit vidée au point qu'il n'y reste même plus d'air, condition difficile à réaliser en pratique mais aussi facile à concevoir que la condition contraire.

Nous admettrons enfin que dans l'intérieur de l'établissement industriel les tubes soient élastiques, en caoutchouc, par exemple.

J'ouvre le robinet du château d'eau : le liquide va se précipiter dans les conduites et, par son choc, va dilater les tubes en caoutchouc supposés fermés. Sous cette poussée subite, les tubes élastiques se dilateront; et leur dilatation est bien plus grande que quand ils n'ont qu'à supporter la simple pression de l'eau tranquille. C'est ainsi qu'un coup de marteau enfonce un clou qui resterait immobile s'il était simplement soumis à la seule pression de la main, même armée du marteau.

Le tube, après s'être dilaté outre mesure, reviendra donc sur lui-même et refoulera l'eau dans la canalisation. Ainsi se produit un courant de sens contraire. Mais celui-ci, en vertu de la vitesse acquise, dépassera de nouveau la limite du repos, tout comme le pendule dépasse la limite d'équilibre.

Il reviendra de nouveau sur lui-même. Les oscillations se succèderont donc alternativement en sens contraire, mais elles auront de moins en moins d'amplitude à raison des frottements exercés par le liquide sur les parois des canaux.

On aurait évidemment encore des oscillations semblables, si le robinet du tube en caoutchouc était légèrement ouvert et ne permettait pas au courant de s'échapper du premier coup; mais ces oscillations s'éteindront encore plus rapidement que dans le cas du tuyau fermé.

Enfin, l'amplitude des oscillations diminuerait encore si le château d'eau, n'étant pas alimenté d'une façon constante, voyait son niveau descendre peu à peu par la formation du courant.

La fréquence des oscillations variera avec diverses conditions que la science peut déterminer.

C'est aussi au moyen de réservoirs d'électricité, appelés condensateurs, dont la bouteille de Leyde est le type, que Hertz obtient ses oscillations. L'électricité s'y accumule pendant un certain temps sans que le courant puisse sortir ; puis subitement le courant trouve libre passage dans les conducteurs, qui réagissent ensuite sur lui comme nos tubes élastiques de tout à l'heure. De là des changements de sens dans les courants, changements infiniment plus fréquents qu'ils ne seraient dans une canalisation d'eau.

Dès que les réservoirs d'électricité sont vidés, ils se remplissent de nouveau, grâce à une bobine de Ruhmkoff à laquelle ils sont reliés. Et le phénomène de l'alternance des courants peut ainsi se répéter aussi longtemps qu'on le désire.

Les courants alternatifs à grande fréquence peuvent agir sur le corps humain de deux manières : directement, ou à distance par induction.

Pour montrer les effets singuliers du courant direct, d'Arsonval met une forte lampe à incandescence de cent bougies en relation avec une des électrodes de l'instrument ; d'une main il saisit l'autre électrode, et de l'autre main, armée d'un bouton métallique pour éviter à la peau d'être frappée par des étincelles, il ferme le circuit de la lampe à incandescence. La lampe devient d'un blanc éblouissant, et l'expérimentateur cependant ne sent rien. Dans une autre expérience à laquelle a participé un maître de la physique, Cornu, le courant, qui laissait l'opérateur insensible, alimentait six lampes à incandescence et

développait plus d'énergie qu'il n'en aurait fallu pour tuer un homme.

Les effets d'induction à distance sont plus frappants encore. On construit un circuit en spirale de la hauteur d'un homme. L'opérateur s'introduit dans l'intérieur de cette espèce de cage en s'isolant parfaitement. Il arrondit les bras en tenant de ses deux mains les deux boutons d'une lampe à incandescence. Le courant passe, la lampe brille, et cependant, si l'opérateur avait eu les yeux fermés, il ne se serait aperçu de rien.

Comment expliquer cette insensibilité ? D'Arsonval fait la réflexion suivante.

Les sensations de la vue et de l'ouïe sont provoquées par des vibrations d'une rapidité fort différente.

L'oreille, qui est sensible aux vibrations assez lentes de l'air, ne l'est pas aux vibrations bien plus rapides de l'éther, elle ne l'est plus même à celles de l'air quand elles dépassent le nombre de 40 000 à la seconde.

Il y a donc pour la vue et l'ouïe un certain nombre de vibrations auquel elles sont accommodées. Qu'on aille en deçà ou au delà, l'organe reste insensible.

N'en serait-il pas de même pour les nerfs de la douleur et du mouvement ? Eux aussi seraient sensibles à un nombre déterminé de vibrations électriques ; dépassez cette limite, le nerf ne répondra plus.

Mais il est une autre hypothèse. Les courants de Hertz sont d'une nature spéciale et semblent participer des propriétés de l'électricité statique.

On sait que l'électricité statique est simplement répandue à la surface des corps. Les courants de l'électricité dynamique semblent au contraire pénétrer dans l'épaisseur même des conducteurs, et c'est ainsi qu'on explique que l'intensité d'un courant est proportionnelle à la section du conducteur, c'est-à-dire au carré du diamètre, si le fil est cylindrique.

Les courants alternatifs de Hertz sont, au contraire,

proportionnels à la circonférence qui limite la section, c'est-à-dire au diamètre simple et non au carré. C'est précisément la loi qu'ils doivent suivre s'ils glissent sur la surface du conducteur sans y pénétrer.

S'il en est ainsi, si les courants glissent sur la peau de l'opérateur sans pénétrer dans l'organisme, on conçoit qu'ils puissent être sans action sur le système nerveux et ne provoquer aucune réaction.

Toutefois des expériences plus récentes de d'Arsonval lui-même semblent aller à l'encontre de cette théorie. En collaboration avec Charrin (1), il a soumis à l'action des courants de Hertz certains liquides contenant des toxines provenant de bactéries. Ces toxines ont perdu, par ce traitement, leurs propriétés nocives. Si le courant n'a fait que glisser sur le liquide, on ne comprend guère le pouvoir qu'il a manifesté dans cette expérience.

D'ailleurs, d'Arsonval avait déjà annoncé lui-même auparavant une action bienfaisante de ses courants sur la nutrition.

L'action de l'électricité sur l'organisme ne s'exerce pas seulement par les courants, mais aussi par l'application unipolaire d'une seule des électrodes. Charpentier est occupé à étudier d'une manière spéciale ce mode d'excitation inauguré il y a vingt ans par Chauveau. Nous attendrons pour parler de ses travaux qu'il ait mis le dernier couronnement à son œuvre.

Le seul point sur lequel nous désirons attirer l'attention, c'est que plusieurs physiologistes attribuent une grande importance aux excitations unipolaires, si grande même que dans le cas des courants l'électrode négative est censée seule agir. Le courant électrique n'agirait pas par son débit, mais par sa pression.

Sur une conduite d'eau, abouchez un tube de caout-

(1) D'Arsonval et Charrin. *Action des courants à haute fréquence sur les toxines bactériennes.* REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES, 15 février 1896, 7e année, p. 184.

chouc fermé au bout libre. Le courant ne passera pas par le tube, mais celui-ci se gonflera plus ou moins d'après la pression du liquide dans la conduite. Cette pression est loin d'être proportionnelle à la vitesse du courant. Au contraire, elle est la plus forte possible lorsque, le robinet de la conduite étant fermé, l'eau ne coule plus.

Nous ne prétendons point que la comparaison soit parfaite en tout point ; nous avons uniquement voulu mettre en relief la distinction entre la pression et le débit.

Ce ne serait pas même la pression qui influencerait les nerfs, mais les variations de pression. C'est ainsi que l'air ne rend pas de son s'il est soumis à une pression uniforme ; il ne répond qu'à des variations rythmées de la pression à laquelle on le soumet.

Nous avons successivement considéré le corps comme un conducteur d'électricité et comme une machine actionnée par l'électricité. Est-il aussi un réservoir ou une source d'électricité, peut-il faire l'office d'une pile électrique ?

Nul doute à cet égard. La quantité d'électricité peut même parfois être très grande. Tel est le cas des poissons électriques.

Parmi les anguilles, les gymnotes, parmi les raies, les torpilles lancent des décharges capables d'étourdir, sinon de tuer un homme.

D'Arsonval, dont le nom est déjà revenu plusieurs fois sous notre plume, a cherché récemment à déterminer la force du courant électrique développé par une espèce de raie, la torpille. Il a exposé le résultat de ses investigations dans la séance du 6 décembre 1895 de la Société française de physique.

L'organe électrique de la torpille occupe à peu près toute la largeur du poisson ; il est divisé en deux moitiés situées symétriquement des deux côtés du plan médian.

Deux plaques métalliques, placées l'une sur la face dor-

sale, l'autre sur la face ventrale de l'animal, servent d'électrodes. On irrite la torpille, et le flux électrique qu'elle émet suffit à alimenter des lampes à incandescence. La pression à laquelle est soumise l'électricité équivaut à celle de trois cents éléments Daniell, et l'énergie déployée dépasse vingt-sept kilogrammètres à la seconde.

Si l'on examine la structure intime des lobes électriques, on trouve qu'ils sont composés de prismes hexagonaux dressés verticalement, et chacun de ces prismes ressemble assez bien à une pile à colonne de Volta. Ils sont, en effet, composés de disques superposés, formant une série de couples, enfermés dans des espèces de cases. Dans chaque couple, le disque inférieur est une substance gélatineuse biréfringente, le supérieur est formé d'une substance plus liquide. Chaque disque gélatineux est relié par un filet nerveux à un cordon nerveux qui va rejoindre l'encéphale et y aboutir à un lobe électrique.

Mais il faut de nouveau ici qu'à côté d'analogies remarquables avec les piles ordinaires se voient des différences profondes. Nos petits prismes ressemblent par leur constitution à des piles de Volta, mais ce sont des piles de Volta qui ne fonctionnent pas d'elles-mêmes. Si l'animal n'est pas irrité, si le système nerveux n'intervient pas, on a beau réunir les électrodes, la pile ne marche pas, elle reste inerte.

Si, des courants spéciaux des torpilles et des gymnotes, nous passons aux courants ordinaires observables chez les autres êtres vivants, nous tombons subitement de l'infiniment grand à l'infiniment petit. D'une pile de plusieurs Daniell nous descendons subitement à une autre valant seulement les quatre centièmes d'un Daniell.

Et encore à quelles discussions n'a pas donné lieu cette minime quantité d'électricité ! Discussions bien justifiées d'ailleurs, car, pour découvrir ces petits courants dans un muscle ou un nerf, il faut mettre à nu ce muscle ou ce nerf, et, sur le vivant, ces opérations — il est à peine

nécessaire de le dire — ne se font pas sans entraîner des troubles graves dans l'économie. On n'ouvre pas un animal comme on ouvre une montre. De là le problème : l'électricité constatée est-elle naturelle, ou bien dérive-t-elle de l'opération elle-même ?

Hermann, depuis bientôt vingt-cinq ans, n'a cessé de prétendre que l'état électrique naturel des nerfs était une pure fiction. Il a même inventé des instruments pour démontrer que le courant électrique et l'altération du nerf marchaient du même pas. Hypothèse d'autant moins invraisemblable que, de l'accord commun des physiologistes, nulle altération, non seulement du nerf considéré mais même de toute autre partie de l'organisme, n'est sans influence sur le courant électrique observé dans le nerf.

Le courant électrique des nerfs étant si minime, son existence étant même sujette à contestation, il semblerait inutile de se poser la question que nous avions annoncée au début, c'est-à-dire si tous les phénomènes vitaux sont explicables par l'électricité. Aussi glisserions-nous sur ce point, si la question n'était pas réellement posée. Certains esprits même s'imaginent n'avoir plus que peu de chemin à faire pour établir solidement cette théorie.

Après des essais assez infructueux de Matteucci, du Bois-Reymond avait réussi, il y a quelques cinquante ans, à découvrir dans les muscles et les nerfs les courants dont nous avons parlé. Le professeur de Berlin jeta aussitôt le cri de triomphe ; il voyait une nouvelle ère s'ouvrir pour la physiologie : l'électricité allait tout expliquer. « Si je ne me trompe point du tout au tout, s'écrie-t-il, ce rêve séculaire des physiciens et des physiologistes, cette identité du principe nerveux et de l'électricité, je crois l'avoir appelée à la réalité... Ce n'est pas ici, comme dans d'autres cas où de semblables affirmations ont été jetées au public, le résultat d'une étude faite à la légère, d'une observation hâtive, d'une expérience dou-

teuse, ayant réussi une seule fois. Les plus importantes de mes observations ont eu les témoins les plus compétents, les plus graves qu'on puisse imaginer, car il ne sont autres que les premiers savants dont l'Allemagne se fait gloire (1). »

Dès l'abord on lui fit une difficulté sérieuse. Le courant électrique parcourt nos lignes télégraphiques avec une vitesse vertigineuse, car elle égale celle de la lumière. Comment identifier avec ce courant le flux nerveux, qui chemine péniblement avec une vitesse estimée communément à trente mètres par seconde, beaucoup moins vite que le son par conséquent ?

Du Bois-Reymond se rendit à cette raison ; aussi en 1866, dans une conférence donnée à la *Royal Institution* de Londres, il n'hésite pas à rejeter l'identité du courant nerveux avec les courants électriques ordinaires :

« Quant à la théorie de l'agent nerveux, maintenant que nous savons que cet agent se meut avec une vitesse dix fois moins grande que celle du son dans l'air, il est impossible d'essayer de le comparer au courant électrique tel qu'il circule sur un fil télégraphique, en supposant même qu'il fût démontré anatomiquement qu'il existe un circuit complet dans lequel ce courant puisse circuler. Ainsi, aux autres arguments contre cette théorie de l'agent nerveux, — que l'isolement physiologique des nerfs les uns des autres serait impossible à expliquer, — que l'effet de la ligature ou de la section du nerf et de la réunion des extrémités serait également obscure, — à ces arguments, quelque irrésistibles qu'ils soient en eux-mêmes, les recherches esquissées dans cette conférence

(1) *Untersuchungen über theorische Elektricität*, Vorrede, xv. — Cet ouvrage a une curieuse histoire. Le premier volume date de 1848, la première partie du second de 1849, et la seconde partie de 1884. L'auteur s'excuse sur ses occupations d'avoir tardé trente-cinq ans à achever le second volume. Je crois plutôt que son enthousiasme avait eu le temps de se refroidir, comme on le verra dans la suite de cet article.

(sur la vitesse de la translation de la sensation) ont ajouté des preuves corroboratives de la plus haute importance. Ce que nous avons appelé l'agent nerveux, si nous considérons sa vitesse si petite, est très probablement quelque mouvement interne, peut-être même quelque changement chimique de la substance elle-même contenue dans les tubes nerveux, se propageant, selon mes recherches, en haut et en bas du point où l'équilibre a été rompu, et capable, en outre, d'un nombre presque infini de gradations et de variations, et d'un caractère si particulier que la structure nerveuse doit être dans un état parfait pour qu'elle puisse se transmettre.... Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer que, quoique la théorie électrique de l'agent nerveux, dans le sens que nous avons indiqué, ne puisse plus être soutenue (et elle n'a jamais pu l'être dans ce sens en restant dans le domaine des choses probables), il serait toutefois imprudent, au point où en est aujourd'hui cette question, de prétendre que l'électricité n'est pour rien et même qu'elle ne joue pas un rôle très important dans le mécanisme intérieur des nerfs (1)... Il n'est pas impossible d'émettre sur l'agent nerveux une hypothèse électrique qui embrassât le nouveau caractère de cet agent formant le sujet de cette conférence, sa lenteur de transmission. Supposez les *molécules électro-motrices*, — c'est-à-dire de petits centres d'action chimique, tous orientés de façon qu'ils tournent leurs côtés homologues du même côté, — agissant électriquement l'un sur l'autre, déterminant mutuellement leur position d'équilibre et con-

(1) En 1848, le professeur de Berlin prétendait avoir réalisé, sans nul doute possible, le rêve des physiciens et des physiologistes, l'identité du principe nerveux et de l'électricité, quoique sous des formes un peu différentes, *die Einerleiheit des Nervenwesens und der Elektricität, wenn auch in etwas abgeändert Gestalt;* ici, il se contente d'émettre timidement l'hypothèse que l'électricité pourrait bien être pour quelque chose et même jouer un rôle très important dans le mécanisme intérieur des nerfs. Comme la conférence n'est donnée qu'en résumé dans la REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES, je ne doute pas que du Bois-Reymond n'ait signalé lui-même ce revirement d'opinion.

trêlant leur déviation de cette position : dans un tel système, bien que l'électricité soit le lien de l'ensemble et le moyen de transmettre les actions, la vitesse de cette transmission serait indépendante de cette électricité et pourrait, comparée à elle, être presque nulle ; elle pourrait, en un mot, être ce que la vitesse de transmission de l'agent nerveux est réellement (1). »

Comme on le voit, du Bois-Reymond n'abandonne pas encore tout rapprochement entre l'électricité et l'influence nerveuse. Mais son ton est beaucoup moins triomphant que vingt ans plus tôt : une première expérience l'avait rendu sage.

Dans sa nouvelle théorie, appelée théorie de l'*électrotonus*, les nerfs étaient composés de molécules très petites, ayant chacune un pôle positif et un pôle négatif. Si ces molécules étaient tournées au hasard, elles ne dégageraient pas d'électricité sensible, car elles se contrarieraient mutuellement ; mais certaines causes les orientent toutes d'une façon régulière ; alors leurs actions s'ajoutent et le courant peut se manifester à l'extérieur. Sans qu'il s'exprimât ouvertement à cet égard, c'est probablement dans cette orientation préliminaire que le temps se perdait, et là se trouvait la cause de la différence de vitesse entre l'influx nerveux et l'électricité.

D'après Grotthus, dont la théorie d'ailleurs a donné naissance à celle de l'*électrotonus*, le même phénomène se passe dans les piles, et n'y entraîne pas cependant de déperdition de temps. Dans une pile, avant que la communication soit établie entre les électrodes, les molécules du liquide sont aussi supposées orientées de toutes les façons ; mais il suffit de réunir les électrodes pour produire une orientation uniforme. Cet effet est pour ainsi dire instantané, sinon nos dépêches subiraient un retard qui n'a jamais été accusé jusqu'à présent.

(1) REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES, IV, 40.

La thèse plus ou moins délaissée par du Bois-Reymond vient d'être reprise avec un nouvel enthousiasme par un de nos compatriotes dont le nom jette un brillant éclat dans la sphère de l'industrie. Et il ne s'agit pas d'un amour platonique de sa part ; avec une libéralité à laquelle le nouveau monde est habitué, mais qui trouve peu d'imitateurs dans l'ancien, il a fondé un Institut destiné à promouvoir ses idées, véritable palais digne de l'électricité et digne du donateur.

Sans vouloir offenser ni le créateur de cette œuvre ni ses collaborateurs, il me sera bien permis de constater un fait assez curieux à propos d'une université faisant profession de libre examen. Dans la fête destinée à célébrer simultanément le cinquantenaire de l'Université libre de Bruxelles et la fondation du nouvel Institut, d'un côté on faisait sonner bien haut la devise de l'Université consistant dans la nécessité de tout examiner, sans parti pris, sans préjugé — pour employer le mot courant, — et de l'autre on exaltait l'heureuse initiative de M. Solvay, qui avait cependant la franchise de déclarer son intention de fonder un Institut pour prouver une idée caressée depuis longtemps, mais, de son propre aveu, encore imparfaitement démontrée.

Je ne doute certainement pas que si la fausseté de cette idée venait à être démontrée d'une façon évidente, le fondateur de l'Institut et ses collaborateurs ne s'inclinassent de bonne grâce devant la vérité reconnue. M. Solvay ne renverserait pas ses installations, et ceux qui sont à la recherche de l'électricité vitale dans ses laboratoires ne briseraient pas leurs instruments.

Mais, avouons-le, après avoir annoncé avec grande solemnité au public qu'on est occupé à démontrer telle ou telle conception ingénieuse, c'est toujours une forte épreuve d'y renoncer ensuite ; et quand on a soi-même fortifié une place, on conçoit qu'on continue à la défendre plus longtemps qu'elle ne semble tenable à des juges désintéressés.

Quand on voit surgir un Institut destiné à ressusciter une idée déjà ensevelie depuis quelque temps, on peut se demander si, pendant les dernières années, il s'est produit une révolution dans l'électricité animale capable de justifier une nouvelle attitude de la part des savants. Avant de créer son œuvre, M. Solvay a fait un pèlerinage scientifique dans le but de sonder l'opinion courante. Avec la bonne foi qui le distingue, il avoue n'avoir reçu aucun encouragement. Du Bois-Reymond lui-même ne paraissait pas fort aise de voir infuser une nouvelle vie à l'enfant de ses premières années. Il courait même des nouvelles moins rassurantes encore sur les dispositions du père de l'électricité animale. Du Bois-Reymond n'aurait pas seulement renoncé à sa première idée, mais il aurait même abandonné la théorie de l'*électrotonus* sur laquelle il s'était rejeté ensuite pour concilier les courants électriques et les courants nerveux.

Il m'eût été plus aisé d'exposer la théorie de M. Solvay il y a cinq ans qu'à présent. Elle était alors d'une lucidité extrême, et, pour la rendre plus claire encore, l'auteur procédait par une série de questions qu'il résolvait d'une manière tout à fait précise (1).

Qu'est-ce qu'un animal ? se demandait-il.— Si on laisse de côté les formes animales moins bien caractérisées, « la réponse est immédiate, nette et catégorique : l'animal est un organisme qui se meut ».

Quelle espèce de moteur est l'animal ?— Si nous considérons qu'avec nos meilleurs moteurs thermiques on n'utilise que 10 p. c. de l'énergie dépensée, tandis que l'homme en utilise plus de 50 p. c., on en déduit que l'homme n'est pas un moteur thermique. Il est donc « un moteur électrique. Il n'est pas possible de croire qu'il soit autre chose,

(1) Lettre de M. Solvay du 25 juillet 1887, publiée par Paul Heger : *Le Programme de l'Institut Solvay*, conférence donnée à l'Université de Bruxelles, le 11 mars 1891.

puisque l'énergie dégagée par la combustion du carbone, telle qu'elle est utilisée par lui, l'est d'une façon plus parfaite que dans aucun autre moteur fabriqué par sa main, sauf les moteurs électriques ».

D'où provient l'électricité vitale ? — « Elle provient directement des réactions chimiques qui se passent dans l'économie. » Cette conclusion a « la certitude la plus grande que puisse donner la base sur laquelle nous nous appuyons ».

Quelles sont les réactions chimiques donnant naissance à l'électricité ? — « Nous concluons en toute certitude que l'oxydation des tissus est, dans les organismes animaux, la grande réaction chimique, très probablement la seule qui produise l'électricité animale. »

Où l'oxydation produit-elle l'électricité dans l'économie? — C'est dans les muscles. « L'oxydation musculaire produit presque exclusivement sans doute l'électricité animale. »

Le corps humain est une pile ; le muscle oxydé représente l'élément négatif, tandis que le plasma ou la lymphe correspond à l'élément positif. Les nerfs sont « les fils conducteurs » qui « font circuler l'électricité depuis le lieu où elle se produit jusqu'aux divers organes ou parties d'organes mus. »

Si le courant électrique est si difficile à constater, c'est que l'électrode négative, le muscle, est divisée en une infinité de fibres musculaires distinctes.

C'est un charme d'exposer une théorie aussi claire. Rien n'est laissé dans un vague prudent ; tout est clair, précis ; nous savons exactement comment est constituée la pile humaine, quels en sont les éléments, les électrodes, les conducteurs, le rendement.

Bien plus, M. Solvay nous détermine le degré de confiance qu'il réclame pour sa thèse. On est trop habitué à voir les auteurs se retrancher derrière le mot de « probabilité », qui leur permet de faire ensuite volte-face

sans trop de déshonneur. M. Solvay s'engage résolument. Sa thèse est certaine, non-seulement dans son ensemble, mais pour chacune des conclusions que nous avons énumérées, à l'exception toutefois de la dernière pour laquelle M. Solvay n'emploie aucune formule spéciale. Mais cette dernière proposition, qui affirme qu'un muscle est divisible en une infinité de fibres musculaires, n'est pas de celles qu'on serait tenté de révoquer en doute.

Je veux bien reconnaître que M. Solvay laisse à ses adversaires la ressource de recourir à des hypothèses « extra-physiques ou arbitraires », qu'on pourrait « imaginer », mais à la condition de ne pas « rester sérieux ». Mais en dehors de cette restriction, « il s'est attaché à ne jamais sortir du domaine de la science positive actuelle. Tout ce qui devra être expliqué le sera au moyen des forces ou des notions actuellement admises en sciences physiques. Nous n'admettrons aucune force nouvelle ou distincte, en ce sens qu'elle ne ferait pas équation avec la lumière, la chaleur, l'électricité ; nous restons dans le domaine positif, évitant tout ce qui est extra-physique ou arbitraire. C'est pas à pas, rationnellement, et en nous appuyant seulement sur les faits acquis, que nous comptons avancer, et ne tirant que des déductions d'une rigueur que nous pourrions considérer comme véritablement géométrique ».

« Dans ces conditions, ajoute-t-il, nous regarderons les solutions données à nos théorèmes ou à nos questions, de même que les bases établies, comme étant d'une certitude aussi absolue que peut la donner la science positive actuelle. »

J'ai tenu à donner cette dernière phrase, où l'on pourrait peut-être voir une restriction à ce qu'il y a de catégorique dans les affirmations précédentes. Mais M. Solvay s'est montré trop sincère dans tout le reste de son exposé pour que nous le soupçonnions de vouloir esquiver l'attaque en se retranchant derrière une phrase ambiguë. Aussi, des deux sens dont est susceptible la phrase que

nous visons, je crois que ce n'est pas le sens restrictif, mais le sens augmentatif, dirais-je, qui est le bon. Il est assez clair que M. Solvay n'aurait pas employé le mot de *certitude absolue* si la science positive n'avait pu donner qu'une *probabilité*, tandis qu'il veut dire que sa thèse atteint le degré de certitude absolue des autres vérités démontrées par la science positive actuelle.

Mais au bout de deux ans, comme le ton est changé, comme les affirmations sont tempérées ! Nous assistons à la seconde étape par laquelle, avant M. Solvay, avait passé du Bois-Raymond. M. Solvay passera-t-il ensuite à la troisième étape et finira-t-il par le scepticisme du professeur de Berlin ? Qui le sait ?

Dans son discours, distribué le 14 décembre 1893, M. Solvay voit déjà autre chose dans la vie que l'électricité. L'électricité ne joue plus que le rôle prédominant dans les phénomènes vitaux. « Il faut, dit-il, partir de cette conviction profonde que *les phénomènes de la vie peuvent et doivent s'expliquer par le jeu des seules forces physiques qui régissent l'univers, et que, parmi ces forces, l'électricité joue un rôle prédominant*. C'est pour contribuer à la vérification et au développement de cette thèse, par l'observation et l'étude des faits, que je me suis décidé à fonder un Institut spécial (1). »

Il dit encore, comme auparavant, que l'animal est un moteur électrique, mais avec quelle modestie ! « L'électricité *se prête* à une solution *satisfaisante* du problème, à laquelle il *paraît désirable* de s'arrêter, *tout au moins jusqu'à ce que* l'avenir nous ait révélé l'existence d'un nouveau mode de tranformation, si tant est qu'il en existe (2). »

Ce n'est plus le muscle seul qui, par son oxydation, est

(1) P. 6.
(2) P. 13.

le siège de la production d'électricité. « L'oxydation organique s'accomplit dans toutes les cellules vivantes ; elle se produit même dans le sang ou dans la lymphe aux dépens des éléments chimiques charriés par ces liquides et non encore organisés. Tous les tissus interviennent donc dans cet acte de combustion interne, tous doivent contribuer ainsi à fournir l'énergie nécessaire à l'être vivant... Les glandes, appareils formés de cellules à vie très active, subissent une oxydation intense (1). »

Le système nerveux est déchu de sa fonction de distribuer *en réalité* l'énergie dans tout le corps. « Tout se passe *comme si* (2) la totalité de l'énergie produite dans l'appareil électrogène circulait en réalité dans le réseau nerveux tout entier. » Et de fait, il semblait un peu étrange que les muscles dussent recevoir du système nerveux l'énergie qu'ils avaient produite eux-mêmes. A quoi bon faire ainsi circuler l'énergie en pure perte ? Aussi « les grandes voies du réseau nerveux ne servent plus en dernière analyse qu'à transporter la quantité d'énergie nécessaire à l'accomplissement des fonctions d'excitation (3) ». Les nerfs reprennent donc la fonction qu'on leur avait toujours donnée, celle d'exciter les muscles. Il n'y a plus de pile dans l'organisme, sinon une petite destinée à déclencher la grande machine vivante. Le moteur lui-même, c'est-à-dire le muscle, ne semble plus du tout, même dans le système de M. Solvay, être une pile, puisqu'il contient en lui-même son énergie et que cette énergie n'est plus transportée par le nerf. Autant vaudrait dire qu'un moteur hydraulique est un moteur électrique parce que les robinets seraient actionnés par l'électricité.

Les nerfs ne sont plus de simples fils télégraphiques. « Il y a lieu, dit-il, de déterminer le *processus* lui-même de la propagation du courant nerveux vers les organes d'uti-

(1) P. 19.
(2) L'auteur lui-même souligne l'expression.
(3) P. 24.

lisation. La nature intime de ce processus nous est encore *inconnue*, et *je n'entends pas l'identifier* avec celle de la propagation électrique dans un conducteur métallique (1). »

Les mots de *certitude*, de *rigoureux*, de *catégorique*, prodigués en 1891, sont éliminés dans le discours de 1893. Même pour le point cardinal du système, l'assimilation du corps à une pile, voyez de quels procédés insinuants se sert M. Solvay :

« Il est intéressant de remarquer que les tissus qui sont le siège d'oxydations intenses, comme les muscles et les glandes, sont richement pourvus de nerfs ; que ceux dans lesquels l'oxydation est faible, comme le cartilage et le tissu conjonctif, sont peu desservis par le système nerveux.

» *Ne peut-on* pas se baser sur ce fait, très important *à notre avis*, pour établir une *analogie* entre l'organisme animal, simple ou composé, amibe (2) ou homme, et le système constitué par un élément de pile voltaïque ? Les tissus très oxydables, formant l'appareil électrogène, joueraient le rôle de l'élément négatif de la pile ; les liquides oxydants on hydratants, celui de l'élément positif ; les nerfs serviraient à fermer le circuit.

» Nous retrouverions ainsi dans l'économie vivante la dualité chimique nécessaire à la production de l'énergie électrique ; *ne serions-nous pas*, dès lors, *autorisés* à regarder cet organisme comme une véritable pile physiologique ? *Si oui*... (3). »

Et ces formes adoucies ne le rassurent pas encore ; il craint de paraître trop affirmatif : « Dans le même but, Messieurs, qu'il me soit permis de substituer parfois,

(1) P. 16.

(2) Il faudra beaucoup de bonne volonté pour trouver, dans l'unique cellule d'une amibe, un élément négatif formé de tissus très oxydables, un élément positif constitué par des liquides oxydants ou hydratants, et des nerfs pour fermer le circuit.

(3) P. 17.

dans ce qui suit, la forme affirmative à la forme dubitative, lors même qu'il s'agira de propositions plus ou moins hypothétiques à démontrer ; vous me suivrez plus facilement, et il vous sera facile d'attribuer à cet exposé sa véritable portée (1). »

Qui aurait le courage de s'attaquer à un homme aussi aimable et aussi conciliant ? Aussi, laissant de côté la nouvelle hypothèse, vague et indécise, présentée par M. Solvay, nous chercherons uniquement à savoir pourquoi il s'est cru obligé de renoncer aux affirmations catégoriques de 1891. Ou plutôt, ne mêlons pas la personne de M. Solvay à une question purement scientifique, et demandons-nous si les faits permettent de considérer l'organisme comme une véritable pile électrique. Nous disons *véritable,* car s'il s'agit uniquement de rapprochements plus ou moins lointains, nous tombons dans le vague et nous entrons dans un domaine où règne souverainement l'arbitraire. Il n'est pas légitime de conclure d'une ressemblance quelconque entre les phénomènes à l'existence d'un mécanisme identique ou de causes identiques. Un ballon et un oiseau se ressemblent en ce qu'ils s'élèvent dans les airs, mais c'est par des procédés tout à fait différents qu'ils atteignent le même résultat, et il ne suffit pas d'étudier parfaitement l'ascension d'un ballon pour se rendre compte du vol de l'oiseau.

L'énergie de l'univers n'augmente ni ne diminue ; c'est là un postulatum dont la vérification se fait chaque jour.

Il n'y a pas d'exception à cette loi pour les êtres vivants ; toute leur énergie matérielle, l'énergie des muscles, des nerfs, des glandes a été puisée dans le monde extérieur. Ce principe est admis par tous les biologistes, et quoiqu'il puisse y avoir quelques points obscurs de détail, toutefois on parvient à faire très approximativement la balance entre l'énergie qui entre

(1) P. 30.

dans le corps vivant et celle qui en sort sous forme de chaleur ou de travail mécanique.

Nous venons de prononcer le mot de *forme* d'énergie. Dans la controverse actuelle, c'est ce mot qui doit attirer notre attention.

De même qu'un morceau de cire, tout en conservant le même poids, peut prendre différentes formes, devenir un vase, une statue, de même l'énergie peut, sans varier de quantité, prendre des formes différentes les unes des autres et ayant chacune leur caractéristique propre. La forme chaleur a pour caractéristique de produire une sensation spéciale dans la peau et d'agir sur le thermomètre; la forme de travail mécanique a pour caractéristique le déplacement d'un corps dans l'espace; la forme lumière se reconnaît à son action sur l'organe de la vue. Quoique la chaleur, la lumière, le travail mécanique soient des transformations d'une seule et même quantité d'énergie, on ne peut pas plus les confondre qu'on ne confond la forme d'un vase et celle d'une statue, lors même qu'ils proviennent d'un même bloc de cire. Et ce serait abuser du langage que de décorer un vase du nom de statue à cause de la communauté de matière.

La question qui se pose pour les êtres vivants n'est donc pas de savoir s'ils puisent leur énergie à une autre source que les êtres non organisés, mais si la forme qu'ils impriment à cette énergie est identique à l'une de celles qu'on retrouve en dehors d'eux.

Ce n'est donc pas à la quantité d'énergie qu'ils développent qu'il faut s'attacher, mais il faut voir si cette quantité d'énergie possède les caractéristiques propres à telle ou telle forme particulière. Vous aurez beau me dire que l'énergie apparaît chez les animaux sous forme de chaleur, je ne vous croirai pas si je ne constate aucune élévation de température soit par le toucher, soit par le thermomètre.

Si je veux assimiler la forme d'énergie des êtres vivants

à celle d'une pile électrique, il faut que je retrouve dans cette forme d'énergie tout ce qui caractérise essentiellement l'énergie d'une pile; sinon c'est jouer sur les mots, et une assimilation plus ou moins nominale ne pourra me servir à expliquer les phénomènes vitaux par ceux que produit une pile.

Si le corps vivant est une pile, c'est assurément une pile très singulière. Pile singulière en ce que, même dans les circonstances les plus favorables, il faille des instruments très perfectionnés et excessivement sensibles pour y révéler des quantités très minimes d'électricité. En prenant pour bases de nos calculs la pression électrique constatée par Solvay (1) et la résistance des nerfs estimée par Charpentier, l'énergie manifestée par le nerf serait tout au plus capable d'élever en une seconde un demi-milligramme à un millimètre de hauteur, travail considérable pour un microbe peut-être, mais fort insuffisant pour servir de point de départ à une explication des 270 000 kilogrammètres produits par un ouvrier en un jour d'après Gauthier (2).

Pile singulière en ce que l'électricité suit de préférence les conducteurs qui conduisent le moins. En admettant même, ce qui est fort contestable, qu'à diamètre égal les nerfs conduisent aussi bien que les muscles, l'épaisseur des nerfs est de beaucoup inférieure à celle des muscles ; l'électricité en s'écoulant par les nerfs suivrait donc ici les voies de plus grandes résistances.

Pile singulière en ce que la prétendue électricité vitale se propage très lentement dans les nerfs. Demoor (3), il est vrai, a signalé dans le cylindre-axe, c'est-à-dire dans

(1) Ernest Solvay, Paul Heger et Leo Gérard. *Communication préalable au sujet de différences de potentiel existant en divers points des nerfs pendant le fonctionnement vital.* BULLETINS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE BELGIQUE, 3e série, XXI, 811.

(2) *Cours de chimie*, III, 800.

(3) *Contribution à l'étude de la fibre nerveuse cérébro-spinale.* Travail fait à l'Institut Solvay, juillet 1891.

la partie vraiment essentielle des fibres nerveuses, un défaut d'homogénéité révélé par le nitrate d'argent. Le cylindre-axe, à des intervalles réguliers, changerait de constitution sur une portion de sa longueur.

Ce défaut d'homogénéité pourrait peut-être déterminer une plus grande résistance dans le nerf; mais autre chose est la résistance, autre chose un retard apporté à la propagation. L'eau oppose, dit-on, au courant une résistance quarante millions de fois plus grande que le cuivre, mais la propagation du courant, si elle se fait peut-être plus lentement, continue cependant à avoir dans l'eau une vitesse prodigieuse.

Mais il est une réponse plus péremptoire encore. Malgré son hétérogénéité, le nerf transporte la véritable électricité avec sa vitesse normale ; ce n'est que vis-à-vis de la nouvelle électricité qu'il se montre plus ou moins réfractaire.

Notre pile a encore une autre singularité : c'est que le conducteur est plongé lui-même dans le liquide de la pile, c'est-à-dire dans le plasma, contrairement à toutes les prescriptions données par ceux qui s'occupent d'électricité. Il prétendent, en effet, qu'une pile ne marche pas à moins d'un circuit extérieur, et l'on n'a jamais songé jusqu'à présent à immerger les fils dans le liquide de la pile.

Nous pouvons conclure, je crois, sans trop de témérité, que l'organisme n'est pas une véritable pile, et comme, dans le langage rigoureux de la science, aucune dénomination ne peut être acceptée si elle n'est véritable, disons plutôt qu'il n'est pas une pile du tout.

Il est dit quelque part, dans un cantique de nos livres saints : « *salutem ex adversariis* », texte parfois interprété très mal, il est vrai, dans ce sens que nous tirerions notre salut de nos adversaires eux-mêmes. C'est un peu le cas pour le vitalisme.

Les vitalistes — et j'entends sous ce nom ceux qui soutiennent l'irréductibilité des phénomènes vitaux matériels

aux simples forces physico-chimiques manifestées par les êtres inorganisés, qu'ils admettent un principe supérieur à la matière ou non, — les vitalistes, dis-je, ont toujours eu l'heureuse chance de n'avoir qu'un adversaire à la fois, et cet adversaire leur a toujours servi à écraser l'adversaire précédent. C'est toujours à cause de l'insuffisance avérée des théories anciennes qu'une nouvelle théorie voit le jour. Les partisans des théories chimiques de la vie s'étonnent que des physiciens aient pu vouloir l'expliquer par le jeu des seules forces mécaniques. Les électriciens, nous venons de le voir, repoussent de toutes leurs forces l'assimilation du moteur vivant à un moteur thermique utilisant directement la chaleur produite par une combinaison chimique.

Un nouveau mode de transformation de l'énergie peut « nous être révélé par l'avenir ». M. Solvay lui-même ne le conteste pas. Si ce nouveau mode se manifeste, on peut être certain que, pris d'un nouvel enthousiasme, quelque savant l'utilisera pour expliquer la vie et annoncera au monde qu'il a réalisé le rêve séculaire des physiciens et des physiologistes. Mais pour montrer quelle belle conquête il a faite, il aura soin tout d'abord de mettre en évidence l'inanité des efforts tentés par les électriciens de ce siècle. Un triomphe de plus marquera alors l'histoire du vitalisme.

GUILL. HAHN, S. J.

---

# LES FONDATEURS

DE LA

# MINÉRALOGIE [1]

---

Les progrès de la minéralogie sont le résultat de divers modes d'investigation appliqués à l'étude du monde inorganique. Dès le début de la phase scientifique de cette branche de nos connaissances se manifestent trois tendances, nettement caractérisées chacune par leurs méthodes propres de recherche. L'une d'elles poursuit l'étude des *caractères géométriques* et *physiques* des minéraux, qu'elle envisage dans leurs rapports avec les sciences mathématiques. L'autre s'attache à la description des espèces par la méthode propre de l'histoire naturelle comme on la comprenait autrefois, et qui consiste surtout à faire connaître les *caractères externes* tombant directement sous les sens et qu'on peut déterminer presque sans le secours d'appareils. Une autre enfin s'attache spécialement à faire connaître les *caractères chimiques*. C'est par l'action tantôt isolée, tantôt combinée de ces divers modes d'étude que fut édifiée cette science qui comprend dans sa sphère tout un règne de la nature.

Le coup d'œil que nous allons jeter sur l'histoire de la

(1) Conférence faite à la Société scientifique de Bruxelles, dans l'assemblée générale du jeudi 30 janvier 1896.

minéralogie nous permettra d'apprécier l'influence qu'exercèrent les chefs des diverses écoles dont on vient de caractériser les tendances. Nous ne nous attarderons pas à relever les erreurs qui ont entravé les progrès, nous ne nous attacherons pas à l'examen critique des idées spéculatives qui, durant de longs siècles, ont prévalu sur les méthodes scientifiques vraies, nous ferons plutôt ressortir les découvertes saillantes, nous n'enregistrerons que les grands faits de l'histoire de la minéralogie.

La minéralogie, envisagée comme science, n'a pas de lointaines origines ; elle dut nécessairement attendre pour prendre son essor que les sciences physico-chimiques fussent assez avancées pour lui prêter leur appui. C'est vers le milieu du XVII^e siècle qu'on peut placer ses débuts, et c'est dans la dernière moitié du XVIII^e que ses lois fondamentales furent découvertes. Nous n'avons donc pas à nous arrêter à exposer les notions plus ou moins exactes que laissent entrevoir les écrits des anciens : ce qui contribua, bien plus que leurs théories sur l'origine et les vertus des minéraux, à pousser la science dans sa vraie voie, ce sont les observations des mineurs qui, pour être toutes pratiques, n'en ont pas moins aidé dans une large mesure à fixer l'attention sur le monde minéral, sur la nature des espèces, sur leurs associations et leur répartition. Il n'est pas même jusqu'au nom de notre science qui ne rappelle cette origine modeste : le mot minéralogie en effet vient de *mina* (filon exploité), et c'est dans l'ouvrage célèbre d'Agricola (1494-1555) *De natura fossilium*, 1546, où sont renseignées toutes les connaissances acquises jusqu'à cette époque par l'exploitation minière de la Saxe, qu'on trouve exprimé, mieux qu'on ne l'avait jamais fait, un ensemble d'indications sur la forme externe, le clivage, la dureté, le poids et l'éclat des minéraux. Dès lors l'élan était donné à la minéralogie descriptive.

C'est plus d'un siècle après les travaux d'Agricola que vient se placer une des premières et des plus importantes

découvertes en cristallographie physique ; elle est due au médecin danois Érasme Bartholin (1625-1698). Dans son ouvrage *Experimenta crystalli disdiaclastici islandici*, 1670, il signale la double réfraction du spath calcaire, reconnaît le solide de clivage de ce minéral, détermine la valeur des angles plans de la face du rhomboèdre, et par le calcul trouve comme angle des arêtes culminantes 103°40′. Il montre en outre que le spath devient électrique par le frottement et qu'il fait effervescence aux acides. Dès 1661, Bartholin avait publié son travail *De figura nivis*, dans lequel il défendait l'idée de Descartes d'après laquelle les cristaux étoilés de neige sont formés par six bulles d'eau congelée, disposées symétriquement par rapport à une bulle centrale.

Bientôt après Chr. Huygens (1629-1695) étudie la marche des rayons réfractés dans la calcite et découvre la construction géométrique déterminant leur trajectoire pour une incidence donnée. Il trouve que l'angle du rhomboèdre de la calcite est de 105°, et il cherche à donner une interprétation du clivage en s'appuyant sur la structure moléculaire des cristaux. Robert Boyle (1627-1691), s'attachant à déterminer la densité des espèces minérales, arrive par ces recherches à une conclusion importante au sujet de la nature du quartz. Par des pesées dans l'air et dans l'eau, il montre que la densité de ce minéral est de 2 2/3, et ce résultat ébranle d'une manière définitive l'idée enracinée depuis l'antiquité que le cristal de roche (κρύσταλλος des anciens, eau congelée) n'était autre chose que de l'eau congelée qui avait été soumise à un froid long et excessif : car, fait-il observer, le cristal de roche ne peut être de la glace, celle-ci étant plus légère que l'eau, et ce minéral se trouve à Madagascar et dans d'autres régions de la zone torride.

C'est sur ce minéral, qu'on considérait comme le *cristal* par excellence, que vont porter les investigation du savant danois N. Steno (1638-1687). Ce grand naturaliste, auquel

on doit des observations capitales sur les phénomènes géologiques, qui en font un des fondateurs de cette science, ne s'illustra pas moins par ses découvertes en minéralogie. Dans ses études sur le cristal de roche, Steno décrit les combinaisons ordinaires de ce minéral cristallisé en pyramide hexgonale avec ou sans les faces prismatiques. Ses recherches sont consignées dans son livre célèbre *De solido intra solidum contento dissertatio prodromus* (1669). A l'aide de sections taillées perpendiculairement et parallèlement aux faces des prismes hexagonaux, il fit voir que les angles formés par les faces du prisme et celles de la pyramide restent constants malgré les variations que peut subir la dimension des faces considérées. Il montra que le cristal s'accroît par couches superposées, que c'est surtout sur les faces des pyramides que se fait le dépôt de la couche cristalline, il observa que les faces prismatiques sont striées parallèlement à leurs arêtes de combinaison avec la pyramide. Steno reconnaît que cette superposition de matière cristalline sur le noyau a une épaisseur qui reste la même pour toute la surface d'une même facette, mais que cette addition de matière ne se fait pas d'une manière uniforme sur toutes les faces du cristal. Il peut arriver ainsi que l'axe de la pyramide ne coïncide pas avec celui du prisme, comme il peut se faire aussi que certaines faces de la pyramide soient inégales entre elles, que la forme des triangles et des rectangles soit souvent modifiée et qu'il s'ajoute plus d'angles solides que la forme cristalline normale ne le réclame. Ce savant établit donc pour le quartz une loi fondamentale de la cristallographie qui sera généralisée plus tard : il prouve que, malgré toutes les variations dans la dimension et la forme des facettes, les angles dièdres restent constants pour ce minéral.

Les creux et les aspérités des faces du cristal de roche, leur disposition en gradins, les inclusions de gaz et de liquides, les différences dans la transparence reçoivent de Steno une interprétation rationnelle, et sont rapportés aux

causes qui président à la formation même du minéral cristallisé. Ni le refroidissement, dit-il, ni l'action du feu ne peuvent être invoqués comme cause de la formation des cristaux de quartz ; ils n'ont pas été créés au commencement des choses, mais ils pourraient encore se former aujourd'hui, et comme ils ont cristallisé d'un fluide, il suffirait qu'on connût ce fluide pour pouvoir le dissoudre à nouveau. Ce dissolvant était pour le quartz ce que l'eau-mère est pour les sels qui s'y déposent, et il interprète les cristaux constitués par des couches incolores et des couches d'améthyste comme étant formés de la même manière que des cristaux d'alun à couches diversement colorées.

Telles sont quelques-unes des conclusions auxquelles l'étude des cristaux de quartz avait conduit Steno. Aucune d'entre elles ne fut ébranlée dans la suite ; elles servirent de point de départ aux conclusions plus générales qui furent développées un siècle plus tard ; on peut dire que l'ensemble de ses observations sur la cristallisation du quartz offre une importance capitale et dépasse en portée toutes celles qu'on avait faites avant lui sur les minéraux cristallisés.

Près de vingt ans après l'apparition de la dissertation de Steno, Domenico Gulielmi (1655-1710) publiait en 1688, sur la forme cristalline des sels artificiels, des considérations analogues à celles émises par le savant danois sur le cristal de roche. Il envisage les cristaux comme composés d'un agrégat de particules infinitésimales indivisibles, qui ont une forme cristalline semblable à celle du cristal qu'elles constituent. C'est en quelque sorte le germe de la théorie d'Haüy, qui deviendra la base de la cristallographie rationnelle. Gulielmi admet que chaque sel possède sa forme déterminée et invariable, que le salpêtre n'affecte jamais la forme de l'octaèdre ni celle du cube, que l'alun ne cristallise jamais en parallélipipèdes ni en prismes, etc. Il reconnaît donc une forme cristalline propre pour chacun

de ces corps. Il est vrai qu'il ne tient pas exactement compte des formes secondaires, sinon il aurait reconnu comment les faces du cube et de l'octaèdre peuvent s'observer à l'alun et au sel gemme comme faces de combinaison ; mais la notion de la forme géométrique caractéristique avec angles constants revêtue par l'espèce minérale ressort déjà de ces études.

Les observations sur les cristaux artificiels, qui firent surtout l'objet des recherches de Gulielmi, avaient donc mis en évidence que des substances dissoutes peuvent cristalliser en reprenant la forme solide, et que les minéraux cristallisés s'étaient, de même, formés par dépôt d'une solution. On arriva ainsi à admettre comme une loi générale de la nature que les particules d'une substance, rendues mobiles par la liquéfaction, peuvent s'orienter, et que, lorsque le fluide qui les a dissoutes disparaît, elles se groupent en édifices réguliers, en solides terminés par des faces planes. On avait reconnu que la forme de ces solides dépend de la nature de la substance, mais on constatait en même temps que cette dépendance ne se traduisait pas toujours par des cristaux de forme identique, que bien souvent, au contraire, une même substance offrait des cristaux dont les formes étaient différentes d'aspect, dont les facettes n'étaient plus les mêmes ni pour le nombre ni pour la position. Nous verrons bientôt l'interprétation qu'on sut donner de ces apparentes anomalies.

Ces travaux, comme ceux de Linné, dont nous allons parler, se rattachent à la tendance cristallographique. Quoique les considérations géométriques soient encore très élémentaires, on peut dire cependant que c'est aux méthodes mathématiques que s'arrêtaient surtout les savants de cette époque se livrant à l'étude des minéraux. Linné (1707-1778), qui avait divisé le monde inorganique en *Petrae* (roches), *Minerae* (minéraux), *Fossilia* (fossiles), fut conduit à prendre la forme cristalline comme base

d'une classification du règne minéral. Frappé par la similitude des formes qu'affectent certains minéraux, et envisageant les sels comme les générateurs de la cristallisation, il admit que l'union de tel sel avec telle espèce de pierre donnait à celle-ci la propriété de cristalliser sous la forme particulière au sel, qui était pour lui comme le principe fécondant des cristaux. C'est ainsi que Linné considérait le diamant comme une espèce d'alun, parce qu'il cristallisait comme ce sel, et dans sa nomenclature il était désigné comme *Alumen adamas,* alun-diamant. Au fond, l'idée de Linné est empruntée au règne organique ; il transportait au règne minéral le système sexuel dont il avait tiré un parti si ingénieux pour la botanique. Ce que nous venons de dire de son système minéralogique montre à l'évidence qu'il ne repose sur rien de fondé. Mais, quoi qu'il en soit, on doit admirer l'activité de ce grand naturaliste, qui s'est efforcé de classer et de grouper les faits du monde minéral, si éloigné du monde organique dans l'étude duquel il s'était surtout illustré.

Il était impossible du reste, à cette époque, qu'on établît un système des minéraux : on ne connaissait qu'un nombre très restreint d'espèces, et leur composition n'était pas dévoilée, car la chimie, qui devait jouer un rôle important dans la classification, n'était guère plus avancée que la cristallographie. Les idées des alchimistes régnaient encore, les méthodes analytiques étaient plus qu'imparfaites, elles se limitaient à un petit nombre de réactions dues surtout à Boyle, et l'on s'appliquait tout au plus à faire des essais approximatifs de minerais. Mais la tendance chimique ne tarda pas à se prononcer, et ses méthodes d'investigation donnèrent un nouvel élan à l'étude des sciences minérales. C'est un peu plus tard en effet que les chimistes suédois, dont l'influence fut si considérable sur les progrès de la minéralogie, se signalent par leurs découvertes. Dès 1747, Wallerius publie son

système des minéraux, dans lequel les caractères chimiques sont mis en relief, et Axel von Cronstedt (1722-1765) consigne dès 1758 les premiers résultats scientifiques obtenus à l'aide du chalumeau. A partir de ce moment, ce précieux instrument fut appelé à jouer le grand rôle dans la détermination des espèces minérales. Cronstedt établit un système chimique dans lequel chaque classe et chaque ordre sont précédés des caractères qui dépendent de la composition. Son traité de minéralogie est un livre pratique qui contribua beaucoup à promouvoir l'étude de notre science. Mais malgré qu'on doive à Wallerius et à Cronstedt les travaux les plus importants qu'on eût fait jusqu'alors sur la détermination des minéraux par les méthodes chimiques, ils n'ont pas apprécié à leur juste valeur les caractères cristallographiques. Ils les négligèrent à tel point que Cronstedt, l'un des meilleurs esprits du temps, absorbé par les considérations chimiques, envisage les angles et les faces de certaines substances cristallisées comme n'étant soumis à aucune loi.

Ce que nous venons de dire ne s'applique pas cependant aux travaux d'un autre savant suédois, Torbern Bergmann (1735-1784). Dans son mémoire sur le spath calcaire, qui parut en 1773, il montra que la forme externe était reliée par des rapports intimes avec la forme interne ou solide de clivage. Bergmann, ne s'arrêtant pas à la constatation des faits qu'il observe, cherche à pénétrer la constitution intime de la matière cristallisée, et il arrive ainsi à la conclusion que les formes cristallographiques, revêtues par une espèce minérale, résultent de la superposition de plans autour d'une même forme primitive *(forma primitiva)* que lui donnait le solide de clivage. Il ne poussa pas plus loin ; il ne s'occupa pas de la forme de la molécule cristalline, ni des lois qui régissent la variation des lamelles décroissantes. Nous verrons bientôt quel parti Haüy sut tirer d'observations semblables en

les généralisant et déduisant d'elles les principes scientifiques de la cristallographie.

Les travaux de Bergmann dans le domaine de la chimie minérale ont à leur tour une grande portée. Il constate le premier que la température s'abaisse lorsque les sels se dissolvent; que, lors de la cristallisation, de la chaleur se dégage ; que des cristaux peuvent se produire de solution aqueuse, d'un magma igné et par sublimation. Il tient compte de la dureté et du poids spécifique dans la détermination des espèces. Il enseigne le mode d'attaque des silicates insolubles à l'aide des alcalis ; il introduit dans la chimie analytique la méthode qui consiste à déterminer un élément, non en l'isolant, mais dans une de ses combinaisons bien connues et qui se forme le plus facilement. Les recherches de Bergmann portent le cachet d'un esprit scientifique vrai, se rattachent à la tendance géométrique, physique et chimique, qui domine à l'heure qu'il est les sciences minérales. Elles tranchent à cet égard sur celles de ses devanciers, dont les observations ne portaient que sur un côté de la science; elles tranchent en particulier sur celles de Werner, le plus illustre représentant de la méthode de l'histoire naturelle appliquée à la minéralogie.

Le mémoire de Bergmann sur le spath calcaire venait de paraître lorsque Werner (1750-1817) publia, en 1774, son travail sur les caractères externes des minéraux *(Von den aüsserlichen Kennzeichen der Fossilien)*. Cette œuvre présente les qualités remarquables qui ont caractérisé l'enseignement de cet homme célèbre : netteté dans l'expression, sagacité dans la perception des propriétés distinctives, logique dans l'exposition. Les propriétés distinctives des minéraux sont groupées en quatre subdivisions : les caractères externes, internes, physiques et empiriques. C'est aux caractères externes, à ceux pour la recherche desquels nos sens suffisent, que Werner attribue le rôle principal dans la détermination des miné-

raux. Pour ce savant, l'attirail du minéralogiste est des plus simples : tous ses instruments consistent en un couteau, un briquet, une lime, un fer aimanté, une loupe, un flacon d'acide, et si l'on ajoute à tout cela, dit-il, un chalumeau, on est pourvu à l'excès. Les propriétés de la couleur, de l'éclat, de la cassure, de la rayure, de la dureté, etc., sont mises en relief d'une manière remarquable, ainsi que les caractères organoleptiques; tout cela est tracé de main de maître. Mais on n'en peut dire autant de la cristallographie de Werner; elle manque d'exactitude. Il admet sept formes fondamentales : le cube, l'icosaèdre régulier, le dodécaèdre régulier, le parallélipipède, le prisme, la table, la lentille. C'est de ces formes qu'il fait dépendre toutes celles que présentent les cristaux des diverses espèces. Quand on se rappelle que l'icosaèdre régulier n'existe pas en minéralogie, non plus que le dodécaèdre régulier, qu'une seule espèce minérale, la calcite, présente jusqu'à cinq des formes fondamentales de Werner, il est inutile d'insister pour montrer les imperfections de ce système cristallographique. Mais par la nomenclature que sut créer le géologue de Freiberg, et en séparant la minéralogie de la géologie, comme il le fit dès ses leçons de 1780, il donna à notre science un champ d'action plus nettement limité et une existence propre ; par son enseignement fécond, par les hommes éminents qu'il groupait autour de sa chaire et qui s'illustrèrent dans l'étude des sciences minérales, il rendit à ces dernières d'inoubliables services.

Au moment où Werner donnait cette impulsion à l'étude des minéraux, et qu'il personnifiait en quelque sorte dans son enseignement la tendance à traiter la minéralogie comme science naturelle, l'école française, dont nous allons signaler la grande influence sur les progrès de cette branche de nos connaissances, suivant une autre voie, aborde d'une manière remarquable l'étude des caractères géométriques.

C'est à Romé de l'Isle (1736-1790) qu'on doit d'avoir ramené la cristallographie à des principes plus exacts : il groupa les cristaux de même nature, choisit pour chaque espèce minérale une forme simple, par des troncatures diverses il en déduisit les autres formes, montra les relations qui unissent toutes celles d'un même groupe. C'est dans son *Essai de cristallographie*, 1772, et dans sa *Cristallographie ou description des formes propres à toutes les espèces minérales*, que sont exposées ses vues. Pour de l'Isle, chaque cristal de la même substance peut être dérivé d'une forme fondamentale qu'il appelle *forme primitive*, dont les angles sont caractéristiques et propres à la substance elle-même. Les formes secondaires sont produites par des modifications sur les arêtes ou les angles solides de cette forme primitive, mais ces modifications sont telles qu'elles s'opèrent en même temps et de la même manière sur tous les angles et les arêtes de la même espèce, c'est-à-dire sur tous les éléments de la forme fondamentale qui sont géométriquement semblables. Ces faces secondaires avaient été déjà observées, mais on les avait envisagées comme étant plus ou moins accidentelles.

Pour établir sa théorie, de l'Isle détermina la forme primitive des substances cristallisées qu'il connaissait, et il trouva dans sa collection de cristaux, la plus belle qui existait alors, les éléments de son travail. Afin de s'aider dans ces recherches, il fit construire par Lermina et Carangeot des modèles en argile des formes qu'il étudiait. Carangeot, voulant atteindre toute l'exactitude possible dans la confection de ces solides géométriques qu'il ne parvenait pas à réussir sans les soumettre à des mesures angulaires, imagina, au cours de son travail, le goniomètre d'application. Ainsi fut mis entre les mains du savant français un instrument, très simple il est vrai, mais suffisamment précis pour lui permettre d'établir, par des déterminations faciles à faire avec cet appareil, la loi que Steno avait découverte au cristal de roche, mais qui

n'avait pas reçu toute sa généralisation. Parcourant toutes les modifications qu'un cristal peut subir par troncature et surtroncature de ses angles solides et de ses arêtes, de l'Isle arrive à la conclusion « qu'au milieu des variations sans nombre dont la forme primitive d'un sel ou d'un cristal quelconque est susceptible, il est une chose qui ne varie pas et qui reste constamment la même dans chaque espèce : c'est l'angle d'incidence ou l'inclinaison respective des faces entre elles ».

Après avoir constaté à l'aide du goniomètre que les angles des faces semblables de la forme primitive sont constants et caractéristiques pour la substance dont il s'agit, il fut conduit à admettre six formes primitives principales, qui soumises à des modifications symétriques donnent naissance à un grand nombre de formes secondaires. Les solides primitifs de de l'Isle sont : le tétraèdre, le cube, l'octaèdre, le rhomboèdre, l'octaèdre à base rhombe, la double pyramide hexagonale. Nous ne poursuivrons pas dans le détail les modifications systématiques auxquelles il soumettait chacune de ces formes fondamentales pour en dériver les solides secondaires; bornons-nous à indiquer quelques-unes des conclusions principales que de l'Isle fait découler de ses observations. Toute bipyramide peut être accompagnée des faces du prisme, et inversement tout prisme bipyramidé peut se présenter sans les faces du prisme. Un cristal avec faces de prisme, portant des faces de pyramide à une extrémité, serait terminé à l'autre par les mêmes faces si elle avait pu se développer librement. Ainsi, l'existence d'une de ces pyramides nous permet de conclure à l'existence de l'autre. C'est ainsi que de l'Isle arrive à formuler la *loi du parallélisme des faces*. Un cristal présentant des angles rentrants est formé par deux ou plusieurs individus groupés simplement, ou bien la moitié d'un des cristaux à angle rentrant peut être envisagée comme ayant tourné de 180°, l'autre moitié restant fixe. Il exprime donc nettement la

notion de la *macle*, et il en donne un grand nombre d'exemples : c'est ainsi qu'il figure celles du gypse, de l'harmotome, de la staurotide, du feldspath, du spinelle, de la pyrite et de la cassitérite. Il reconnaît les pseudomorphoses, car il interprète le quartz cubique comme remplissage de vides laissés par la pyrite, la galène ou la fluorine.

L'œuvre de de l'Isle comprend, outre les principes de cristallographie sur lesquels on vient d'insister, la description des espèces, les figures des formes cristallisées, la mesure de leurs principaux angles ; et, pour nous servir des expressions même d'Haüy, sa cristallographie est le fruit d'un travail immense par son étendue, presque entièrement neuf par son objet, et très précieux par son utilité.

Il importe de signaler que toutes les méthodes dont il fut question jusqu'ici sont presque exclusivement descriptives, que toutes les recherches minéralogiques se réduisent à l'observation de l'aspect extérieur des cristaux sans qu'elles établissent des rapports avec la structure interne, sans relier l'ensemble des faits connus par une conception sur l'édifice moléculaire des cristaux. C'est à Haüy que revient l'honneur d'avoir abordé avec succès ce côté élevé des sciences minérales ; mais avant de résumer ses vues, arrêtons-nous pour faire ressortir le concours précieux qu'à cette époque les chimistes ont apporté aux progrès de la minéralogie.

Nous avons dit plus haut qu'on doit à Cronstedt les premières indications scientifiques sur la manière de se servir du chalumeau. A l'époque où nous sommes arrivé, cet instrument était d'un usage constant chez les minéralogistes, et l'on peut avancer que l'application qu'on fit dès lors du chalumeau pour caractériser les espèces eut pour la chimie minérale une portée semblable à celle du goniomètre pour la minéralogie physique. Pour ne citer que les découvertes saillantes de cette période en chimie

minérale, bornons-nous à signaler celles de Klaproth qui, de 1789 à 1803, reconnaît l'urane, la zircone, le titane, le cérium et caractérise le tellure, celles de Scheele qui, de 1771 à 1781, découvre coup sur coup l'acide wolframique, l'acide molybdique, le manganèse, le chlore, la baryte, l'acide fluorhydrique. Les méthodes d'analyse quantitative, telles qu'elles avaient été préconisées par Bergmann, furent bientôt perfectionnées par des chimistes habiles, à la tête desquels on doit citer Klaproth, Kirwan et Vauquelin. Les travaux de ces maîtres des sciences chimiques contribuèrent dans une large mesure à établir la notion de l'espèce et à préciser les caractères diagnostiques des substances minérales.

Mais au point de vue de notre science, toutes ces recherches s'effacent devant celles d'Haüy, qui viennent en quelque sorte couronner l'édifice élevé durant cette première période de l'histoire de la minéralogie scientifique, et qui se termine vers la fin du XVIII^e siècle. L'œuvre de cet illustre savant dépasse, tant par la portée des déductions que par la profondeur des observations, toutes les découvertes que nous avons signalées jusqu'ici.

L'abbé René-Just Haüy naquit en 1743 à St-Just dans l'Oise, il mourut à Paris en 1822. Ses premiers travaux sur la structure du grenat et du calcaire parurent dans le *Journal de Physique*, en 1782; son mémoire, *Essai d'une théorie de la structure des cristaux*, date de 1784; il publia en 1782 son *Exposition de la théorie de la structure des cristaux*. Son célèbre *Traité de minéralogie* parut dans sa première édition en 1801.

Pour de l'Isle, le choix de la forme primitive, dont il faut dériver toutes celles qu'affecte une espèce minérale, était en quelque sorte arbitraire, car on pouvait prendre comme solide fondamental presque chacune des formes dérivées d'une série, la soumettre à toutes les troncatures systématiques et en obtenir ainsi tous les solides dérivés. Mais on pouvait soulever une objection plus grave : c'est

qu'il avait choisi le cube et l'octaèdre comme formes primitives distinctes, alors qu'ils ne sont en réalité que des termes d'une même série, et qu'on peut les faire dériver l'un de l'autre par des modifications identiques portant sur les mêmes angles. On se refusait à admettre cette science, surtout les naturalistes du temps, qui s'insurgeaient contre la méthode comme la trouvant déjà trop mathématique pour se plier aux faits de la nature. Les découvertes d'Haüy vinrent donner une notion plus exacte de la forme primitive et en rapport avec les résultats de l'observation.

Il est presque inutile de rappeler, tant les faits sont connus, comment Haüy fut amené à ses grandes découvertes. Ayant détaché d'un groupe de calcite un cristal prismatique, ce prisme vint à se briser de façon à montrer sur sa cassure des faces non moins lisses que celles du dehors et qui présentaient l'aspect d'un cristal nouveau tout différent du prisme par sa forme. Le savant français ignorait alors les observations de Bergmann, rappelées plus haut, et qui portaient sur le solide de clivage du même minéral. Haüy étudie les faces nouvelles qu'il obtient en clivant l'échantillon, et découvre qu'elles sont les mêmes que dans le rhomboèdre du spath d'Islande. Il poursuit ses expériences, et de tous les cristaux de calcite il fait sortir toujours le même solide de clivage, quelle que soit la forme externe du solide qu'il clive. Envisageant ce noyau comme forme primitive, il en fait dériver toutes les formes cristallines observées à la calcite.

Haüy constate ensuite l'existence d'un solide de clivage pour un grand nombre d'autres espèces minérales, et il conclut que le noyau obtenu en clivant un minéral est la forme primitive propre de l'espèce. Le choix de cette forme est donc indiqué par la nature ; il n'est plus arbitraire. Les solides de clivage d'un grand nombre de minéraux sur lesquels portèrent ses expériences lui permirent de reconnaître comme formes primitives : le cube, l'octaèdre

régulier, le tétraèdre, le rhombododécaèdre, le rhomboèdre aigu et obtus, l'octaèdre à base rectangulaire ou rhombique, les prismes droits, dans lesquels les arêtes latérales sont perpendiculaires au plan des bases, les prismes obliques, dans lesquels ces mêmes arêtes sont obliques sur le plan des bases, enfin le prisme hexagonal régulier et la double pyramide hexagonale. Soumettant ces solides aux modifications qu'on obtient par les troncatures, les biseaux et les pointements, il en fait dériver toutes les formes secondaires. Il constate que, dans la nature, les modifications sont soumises à des lois dont la première est la *loi de symétrie*, d'après laquelle les modifications se répètent de la même manière et produisent le même effet sur toutes les parties extérieures identiques.

L'existence de cette loi avait été implicitement reconnue par de l'Isle; mais il n'avait vu que le fait, la raison du phénomène lui avait échappé. Nous allons voir comment Haüy arriva à établir les relations mathématiques qui unissent les faces secondaires à la forme primitive et donnent aux premières une direction déterminée. Cette découverte se rattache à sa théorie de la structure des cristaux, elle est le développement logique des études auxquelles il s'était livré sur le clivage.

Nous avons dit qu'en provoquant le clivage d'un grand nombre de minéraux, il avait obtenu des solides polyédriques comme ceux que lui avaient donnés les cristaux de calcite; il avait constaté qu'aussi loin qu'était poussée la division mécanique, ce noyau restait le même, revêtant avec une constance absolue la forme polyédrique du solide de clivage. Puisque l'expérience, poursuivie jusqu'aux limites extrêmes de la division mécanique, donne toujours le noyau géométrique caractéristique de l'espèce, il en conclut que l'élément insécable revêt lui aussi le même caractère géométrique qu'on voit à l'œil nu dans le solide de clivage. Cet élément insécable est la *molécule intégrante* d'Haüy, et il admet que c'est par le groupe-

ment régulier, par l'orientation de ces molécules polyédriques, de même dimension et infiniment petites, qu'est construit l'édifice cristallin; elles forment dans le cristal par leur juxtaposition des files ou rangées rectilignes.

Si nous nous reportons à ce que nous avons dit plus haut en rappelant les expériences d'Haüy sur le clivage de la calcite, on remarquera qu'on arrive à dégager d'une forme secondaire le noyau de clivage ou forme primitive en enlevant successivement des lames du minéral; on peut donc envisager la forme primitive comme déduite de la forme secondaire par l'enlèvement successif de lames; cette forme secondaire est comme édifiée sur la forme primitive par la superposition sur toutes ses faces de lames graduellement décroissantes en étendue, soit de tous les côtés à la fois, soit seulement dans certaines parties. Cet illustre savant chercha à trouver la loi à laquelle obéissent ces *décroissements*, et il put démontrer qu'ils s'opèrent par des soustractions régulières d'une ou de plusieurs rangées de molécules intégrantes parallèles à certaines directions des lames.

Si la conception théorique d'Haüy est vraie, les faces secondaires n'ont donc pas une position arbitraire comme le supposait encore de l'Isle, mais cette direction des facettes est celle qui répond à la soustraction d'un certain nombre de rangées de molécules intégrantes, rangées dont l'épaisseur est mesurée par un multiple d'une de ces molécules. Et de fait, il prouva, en soumettant au goniomètre un nombre considérable de cristaux, que l'inclinaison des faces secondaires sur les faces du solide primitif est telle que le réclame sa théorie, que le nombre de rangées à soustraire au noyau est simple et rationnel et qu'il dépasse rarement le nombre de six.

C'est ainsi qu'il arriva à formuler la *loi des décroissements*, principe de tous les calculs cristallographiques, qui trace les directions que peuvent prendre les facettes secondaires et restreint dans une large mesure les modi-

fications symétriques. Cette loi est généralement désignée aujourd'hui sous le nom de *loi des paramètres*, et en introduisant comme on le fait maintenant la notion des *axes cristallographiques* dont nous allons parler à l'instant, on peut la formuler de la manière suivante : Toutes les modifications susceptibles de se produire sur les arêtes et les angles d'un polyèdre cristallin donné, étant suffisamment prolongées, coupent les paramètres de ce polyèdre à partir du centre dans un rapport rationnel généralement assez simple.

Dès ce moment la cristallographie, la branche la plus importante de la minéralogie, est fondée : elle se présente comme une science immuable quant à ses principes ; sa forme seule sera susceptible d'être modifiée. Il est inutile d'insister sur le parti qu'Haüy sut tirer du caractère cristallographique pour la détermination des espèces minérales et l'influence qu'exercèrent ses découvertes sur la minéralogie descriptive, qui se transforma en ses mains. Il avait ouvert la voie aux recherches vraiment scientifiques de la minéralogie, presque tous ses progrès futurs découleront de l'application rationnelle des principes qu'il a établis et se rattacheront aux lois qu'il a découvertes.

Mais les conceptions théoriques de ce savant sur la forme polyédrique primitive, choisie comme point de départ de l'édifice cristallin, ne furent pas sans soulever des objections. D'abord certains minéraux n'ont pas de clivages distincts, d'autres en ont un ou deux seulement ; or, il en faut trois au moins pour limiter un solide. On attribuait à ces minéraux un solide primitif arbitraire, et rien ne commandait de le choisir comme forme primitive. Une autre objection consistait à dire que, si l'on prend comme point de départ les solides de clivage, certaines molécules intégrantes qui en résultent ne peuvent se ranger sans vides : tels sont l'octaèdre et le tétraèdre ; en effet, les molécules qui ont cette forme doivent par la cristallisation se réunir symétriquement, c'est-à-dire de

manière que les parties semblables de toutes les molécules soient semblablement dirigées. Si l'on cherche à remplir cette condition avec des octaèdres ou des tétraèdres, on doit les disposer de manière à ce qu'ils se touchent par leurs arêtes, et l'édifice moléculaire n'aura aucune stabilité. Une objection plus sérieuse encore est celle qu'on formulait en disant que les lois de symétrie et des décroissances rationnelles trouvaient leur interprétation en prenant comme point de départ, non le solide de clivage, mais toute autre forme de la série cristalline à laquelle appartenait le solide de clivage ou la forme primitive.

Plus tard ces objections seront levées, lorsqu'on substituera dans la conception d'Haüy l'idée de centres de forces sans forme définie, et qu'on mettra ainsi en rapport avec les progrès de la physique moléculaire les idées géniales du législateur de la minéralogie. Mais au commencement de ce siècle, les objections qu'on soulevait conservaient toute leur portée. C'est alors que Ch. S. Weiss (1780-1856), ancien élève de Werner, qui avait suivi les leçons d'Haüy dont il avait traduit le traité de physique et de minéralogie, entreprit de donner une autre forme aux conceptions du savant français. Dans un premier travail, Weiss avait montré que non seulement des directions de clivage étaient parallèles aux faces du solide primitif, mais que le clivage, voilé il est vrai, pouvait se produire suivant des facettes secondaires. Cette objection, ajoutée aux précédentes que nous venons de rappeler, le conduisirent à créer pour l'étude des cristaux un système dans lequel il faisait abstraction de toute hypothèse sur la constitution moléculaire des minéraux cristallisés. Le système cristallographique de Weiss, exposé dans son mémoire *De indagando formarum crystallinarum charactere geometrico principali*, 1809, est purement géométrique. Il introduit la notion des *axes cristallographiques*, et fait voir que les faces du cube, de l'octaèdre régulier, du rhombododécaèdre peuvent se rap-

porter à un système d'axes coordonnés égaux en longueur et se coupant sous des angles droits. Pour la pyramide et le prisme à base carrée, les trois axes sont à angles droits, mais deux de ces lignes seulement sont égales entre elles; pour le rhomboèdre, le prisme hexagonal régulier et la pyramide hexagonale, trois axes sont égaux, situés dans un même plan, également inclinés les uns sur les autres, et le quatrième axe est perpendiculaire sur les trois premiers; pour une pyramide ou un prisme à base rhombe, les trois axes sont perpendiculaires mais de longueur inégale. Weiss montra en outre qu'en prenant sur les axes des longueurs égales à 2, 3, 4, etc. fois la longueur prise comme unité et faisant passer par ces points déterminés des faces cristallines, on obtenait toutes les formes secondaires dont Haüy avait démontré l'existence.

En 1820, Mohs (1774-1839), un des plus brillants élèves de Werner, établit quatre *systèmes cristallins* qui répondent exactement aux subdivisions de Weiss qu'on vient d'indiquer.

Une conception purement géométrique s'est donc substituée aux idées d'Haüy sur la structure des cristaux ; mais il est à peine besoin d'ajouter que les lois fondamentales, la rationalité des axes et la constance des angles conservent toute leur valeur. Une nouvelle notion s'introduit vers cette époque : c'est la notion de l'*hémiédrie*. De l'Isle et Haüy avaient envisagé le tétraèdre comme forme primitive ; Weiss et Mohs le considèrent comme un octaèdre dont la moitié des faces alternes auraient été éliminées ; ils désignent l'octaèdre comme forme holoédrique, le tétraèdre comme hémièdre.

En 1822, Mohs, apppliquant le goniomètre à réflexion découvert par Wollaston en 1809 et secondé dans ses observations par Haidinger, arriva par des mesures angulaires plus exactes à affirmer l'existence de deux systèmes de cristallisation qu'on n'avait pas encore signalés jus-

qu'alors. Il constata que certains polyèdres cristallins n'avaient pas les trois axes rectangulaires : une série présentait, en effet, deux axes obliques et le troisième perpendiculaire sur les deux autres, et une troisième série avait les trois axes obliques les uns sur les autres. Placés à la suite des quatre systèmes antérieurement établis, ils constituent le cinquième et le sixième système cristallographique de Mohs. Ces dernières recherches achevèrent de constituer définitivement les systèmes cristallographiques. On doit, en outre, à Mohs d'avoir contribué dans une large mesure à la diffusion de la science minéralogique. Élève de Werner, il mit en première ligne les caractères externes comme l'avait fait son maître; cependant, comme on vient de le voir, il donna plus de portée que celui-ci à l'étude des propriétés géométriques. Il rendit de réels services en introduisant son échelle de dureté qui a conservé toute son importance pour la détermination des espèces. Fidèle aux traditions de l'École de Freiberg, il en suit la tendance un peu exclusive en établissant son système des minéraux : il ne tient pas compte des caractères chimiques, il s'appuie surtout dans la détermination de l'espèce sur la forme cristalline, le clivage, la dureté, le poids spécifique. Mais ce système tout artificiel et compliqué était condamné à être bientôt abandonné.

La découverte de la polarisation de la lumière trouva bientôt de remarquables applications en minéralogie. En 1819, Brewster (1781-1865) montra que la subdivision en systèmes obtenus par la considération des rapports géométriques pouvait être confirmée par l'étude des propriétés optiques des corps cristallisés. Ce physicien établit, en effet, que tous les corps dont le solide de clivage est un cube, un octaèdre régulier, un tétraèdre ou un rhombododécaèdre, sont sans action sur la lumière polarisée ; que tous ceux dont le solide de clivage est un rhomboèdre, un prisme hexagonal, une pyramide hexagonale, un octaèdre ou un prisme à base carrée ne possèdent qu'*un axe optique ;*

[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] de clivage est différent [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] *deux axes optiques*.

[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] 1833, que de nouvelles [illegible] [illegible] [illegible] cristaux firent voir que les [illegible] [illegible] [illegible] étaient fondés comme les [illegible] [illegible] [illegible] propriétés spéciales de la structure [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] que les solides à deux axes [illegible] [illegible] [illegible] en trois groupes répondant [illegible] [illegible] [illegible] systèmes cristallographiques : dans le [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] de l'angle formé par les [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] ligne normale au plan qui [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] quant à la direction, [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] système) ; pour ceux [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] ne coïncident plus [illegible] [illegible] [illegible] système), et dans le der- [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] normale ne coïncident [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] cristal VI^e système).

[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] rappeler sont l'une [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] par l'application des méthodes géométriques et physiques en minéralogie. Elles seront le point de départ d'études fructueuses qui enrichiront tout à la fois le domaine de cette science et celui de la physique.

Pendant que se développaient ainsi les connaissances relatives à la cristallographie physique et géométrique, et que la minéralogie purement descriptive, quoique toujours trop confinée dans l'étude des caractères externes, faisait faire des progrès incontestables à notre science, la tendance chimique, subissant une vigoureuse impulsion sous l'influence des grands chimistes de l'époque, aidait à combler les lacunes que laissaient exister les méthodes que nous venons de voir appliquer aux recherches minéralogiques, et apportait des données nouvelles sur la composition des minéraux : ces données vont permettre, en faisant entrer en ligne de compte les affinités chimiques, de mieux grou-

per les espèces et d'établir sur ses vraies bases la minéralogie systématique.

Nous avons dit plus haut comment les chimistes suédois avaient largement contribué par leur concours aux progrès des sciences minérales. C'est encore un savant suédois qui joue le rôle principal dans la phase à laquelle nous sommes arrivé. Des observations exactes avaient montré que les éléments se combinent en proportions déterminées ; Berzelius (1779-1848) introduit alors pour chaque corps simple un symbole, qui permet d'exprimer la constitution d'un minéral par une formule. En 1815, il fit connaître son système chimique des minéraux basé sur le principe électro-chimique. Mais le premier essai de classification dut être bientôt modifié, lorsque Mitscherlich vint montrer, par la découverte de l'isomorphisme, que des éléments très différents au point de vue électro-chimique peuvent se remplacer mutuellement sans que les caractères physiques des mélanges soient modifiés d'une manière appréciable à la vue. Sans nier l'importance des découvertes de Berzelius, auquel on doit la connaissance exacte de la composition de tant des minéraux, il n'est pas douteux que la tendance qu'il représentait ne conduisait à rien moins qu'à l'absorption de la minéralogie dans la chimie. C'est ce qu'il exprime du reste d'une manière très nette dans son *Nouveau système de minéralogie* (1819). « La minéralogie considérée en elle-même, écrit-il, n'est qu'une partie de la chimie. Elle ne peut avoir d'autre base scientifique que la base chimique ; toute autre lui est étrangère, lorsqu'on l'envisage comme science ; et si, jusqu'à ce moment, il n'en a pas été certainement ainsi, il faut l'attribuer, d'un côté, au long retard du perfectionnement de la chimie, et de l'autre, à ce que ceux qui ont inventé les systèmes minéralogiques n'avaient pas pénétré avec la même ardeur et la même perspicacité dans le système chimique. »

Ce furent les découvertes d'un autre chimiste, celles de Mitscherlich, qui vinrent démontrer bientôt combien les

idées trop exclusives de Berzelius étaient peu fondées, et prouver comment il est indispensable, tout en tenant un juste compte de la constitution chimique, de faire une large part aux propriétés physiques.

Dès 1815, Fuchs avait signalé que certains éléments pouvaient en remplacer d'autres dans une combinaison; en 1818, Mitscherlich montra par la découverte de l'*isomorphisme*, qui est comme une généralisation des observations de Fuchs, comment des cristaux peuvent avoir une composition chimique différente et pourtant offrir au point de vue de la forme et des caractères généraux tant d'analogies qu'on peut à peine les envisager comme appartenant à des espèces différentes. Cette découverte prouvait que, sans qu'il y ait identité absolue de matière, il y a cependant identité dans le groupement des atomes, et qu'une loi préside au remplacement des membres de ces groupes. Elle faisait comprendre d'une manière plus large ce qu'on doit entendre par la composition chimique d'un minéral, et ébranlait dans ses fondements le système électrochimique.

Haüy avait déjà reconnu que la calcite et l'aragonite, quoique de même composition, possèdent des formes primitives différentes. Mitscherlich fit voir en 1822 que le soufre cristallisé par fusion et refroidissement se transforme en prismes du système monoclinique, et celui qui cristallise d'une solution concentrée de sulfure de carbone donne des pyramides parfaitement caractérisées du système rhombique. Il avait donc établi le *dimorphisme*, et cette propriété de certains corps fournissait un nouvel argument contre les exagérations de l'école chimique. Ces deux belles découvertes vinrent faire la part légitime aux rivalités qui se traduisaient dans les diverses tendances en minéralogie, et montrer que si la composition doit servir de base à la classification, la forme cristalline et les propriétés physiques sont des éléments dont la considération donne à la minéra-

logie son caractère propre et lui assigne un rang dans les sciences naturelles.

On peut dire que dès ce moment les bases de la minéralogie sont jetées, que les grandes lignes de l'édifice scientifique sont tracées ; son achèvement sera dû à l'action des diverses écoles dont nous venons d'entrevoir les tendances et les résultats fondamentaux ; mais dès ce moment aussi la division du travail se fait sentir, et il serait difficile, sinon impossible, de résumer en un ensemble les découvertes variées qui se sont succédé depuis dans les diverses branches de la minéralogie (1).

A. F. RENARD.

(1) Ce coup d'œil sur l'histoire de la minéralogie doit servir d'introduction au *Traité de minéralogie*, en ce moment sous presse, que je publie avec la collaboration de M. le Dr Stöber, répétiteur à l'université de Gand. Dans cet ouvrage, qui comprend la matière des leçons de minéralogie données aux élèves des Écoles spéciales annexées à cette université, nous nous sommes efforcés de tracer un aperçu de l'état actuel de cette science.

# FRESNEL, FARADAY,

## LES ÉLECTRICIENS

## ET LES FORCES A DISTANCE

---

Il est toujours hasardeux, à qui se meut dans la sphère plus modeste de la culture intellectuelle ordinaire, de différer de conviction avec quelqu'une de ces intelligences d'élite qui, placées au plus haut des sommets de la science, appuient du poids de leur puissante autorité les opinions qu'ils livrent à la discussion publique.

Cette réflexion se présente naturellement à l'esprit à la suite de la lecture attentive et réitérée d'un travail dû à la plume d'un membre éminent de l'Académie des sciences et du Bureau des longitudes, travail qui figure en tête des *Notices* de l'*Annuaire* publié par cette dernière compagnie pour l'année 1896.

Il a pour titre : *Les Forces à distance et les ondulations*, par M. A. Cornu. S'il n'y avait dans cette Notice qu'un exposé exclusivement scientifique, notre tâche se bornerait à l'analyser en nous efforçant d'en faire ressortir le mérite ; et c'est à quoi, dans la modeste mesure de nos forces, nous veillerons d'ailleurs à ne pas manquer. Mais à l'exposé scientifique, remarquable comme tout ce qui sort d'une plume aussi autorisée, se mêle et s'enchevêtre d'un bout à l'autre une préoccupation philosophique : celle-ci n'est pas forcément et indissolublement liée aux faits scientifiques, objet principal de la Notice ; elle rentre, en

une certaine mesure, dans un domaine plus général. C'est sur ce point que nous voudrions, quelque péril qu'il y ait à avoir affaire à un aussi redoutable contradicteur, soutenir une opinion différente, laquelle a déjà fait, ici-même, l'objet d'un travail spécial (1).

## I.

Commençons par résumer aussi fidèlement que possible le travail de l'éminent académicien. Nous examinerons ensuite si les conclusions d'ordre général, tirées des faits particuliers qu'il décrit, sont suffisamment justifiées pour défier toute contradiction et toute réplique.

L'auteur se propose de retracer l'historique du travail de l'esprit humain, depuis Kepler jusqu'à nos jours, dans la poursuite du problème ainsi énoncé : « Recherche du mécanisme des forces à distance », problème qui se présente sans cesse et sous toutes les formes sur les pas du géomètre, du physicien et de l'astronome. Bien que, d'après le savant membre de l'Institut, la solution depuis trois siècles cherchée ne soit pas encore trouvée, l'heure approcherait, suivant lui, où la découverte de quelque principe décisif nous donnera la notion précise qui doit définir ce mécanisme ou le remplacer. C'est à exposer les résultats déjà obtenus dans cette voie que l'auteur s'est attaché.

Depuis que Newton a découvert la célèbre loi de la gravitation universelle, précisant la notion de forces agissant à travers un milieu inerte qui n'interviendrait point dans la transmission de leur action réciproque, cette notion a été étendue à l'explication de phénomènes très divers, en électricité, magnétisme, élasticité, etc., et généralement vérifiée par l'expérience. Les forces de ce

(1) *Newton et l'action à distance.* REV. DES QUEST. SCIENT., janvier 1893.

genre, étant dirigées suivant la ligne des centres des éléments agissants, sont dites *forces centrales* et se prêtent admirablement au calcul.

Mais l'hypothèse qui se cache sous l'élégant énoncé de la loi newtonienne est, suivant notre auteur, une hypothèse absolument impossible ; il suffirait pour s'en convaincre, pense-t-il, de réfléchir sur les conditions où s'exerce l'action réciproque de deux corps célestes séparés par le vide interplanétaire et sur la répulsion de deux masses magnétiques ou électriques dans le vide du baromètre. D'ailleurs Newton a pris soin de s'en expliquer dans une lettre à Bentley, demeurée fameuse, et dont le savant académicien cite un fragment d'après la citation qu'ont faite de ce fragment Hirn dans sa *Constitution de l'espace céleste* (où, par parenthèse, il nie formellement que l'agent de transmission des forces à distance soit un agent matériel), pages 1 et 2, et M. de Freycinet dans la « Note 1 (1) » à la suite de ses *Essais sur la philosophie des sciences*. Nous aurons à y revenir.

Faraday rejeta, dans l'interprétation des phénomènes électro-magnétiques, l'hypothèse des actions à distance et chercha à démontrer que les forces observées ont leur origine dans le milieu intermédiaire agissant par contact direct ; il fut conduit par là à découvrir, en 1831, la loi de l'*induction électro-magnétique*, d'après laquelle le milieu ambiant est modifié par la présence des courants ou des masses magnétiques, et transmet cette modification de manière à produire un effet sensible dans un conducteur brusquement introduit dans ce milieu : il y produit en effet ce que Faraday lui-même a appelé un *courant induit*.

Cette célèbre expérience porta, d'après notre auteur, « le coup décisif à l'hypothèse *insoutenable* des actions à dis-

(1) Dans cette note, le politicien devenu philosophe, sans se prononcer explicitement, se montrerait toutefois plutôt favorable qu'hostile à la réalité des actions à distance.

tance », remplacée désormais par la considération du milieu ambiant comme étant le siège de la production et de la transmission des forces. Or, ajoute le docte académicien, ce nouveau concept, si bien vérifié par la production des courants induits, « ne doit évidemment pas rester confiné dans le cercle étroit des faits où il a été imaginé ; il est général et doit s'étendre à toutes les forces analogues de la nature, aussi bien dans le domaine infiniment grand de l'espace astronomique *que dans le champ infiniment petit des intervalles moléculaires* ».

Nous avons tenu à reproduire textuellement ce passage et à en souligner même le dernier membre de phrase, vu son importance dans l'argumentation de l'illustre écrivain, dont nous nous occupons plus loin.

Ces principes posés, l'auteur se demande comment les molécules constitutives du milieu ambiant peuvent produire et transporter les actions mécaniques ; et, bien que le problème ne soit pas encore résolu, il estime que l'examen des faits permet de serrer la question de plus près et d'entrevoir la solution comme probablement peu éloignée.

Il est divers modes de transmission à distance. Le savant académicien expose d'abord avec beaucoup d'élégance et de clarté le mécanisme de la transmission des ondes sonores, lesquelles sont *longitudinales*. Au génie de Fresnel est due la conception des vibrations *transversales*, qu'on n'avait pas soupçonnées avant lui, qui fut le point de départ de sa belle théorie optique des ondulations, qui a détrôné la théorie newtonienne des émissions : elle explique en effet très complètement tous les phénomènes qu'expliquait plus ou moins cette dernière, diffraction, réfraction, réflexion, polarisation même, et en outre ceux qui lui étaient contraires, notamment les interférences.

La lumière n'est donc pas matérielle, dit notre auteur, ce qui doit s'entendre en ce sens qu'elle n'est pas corporelle comme le croyait Newton, qu'elle ne se compose pas de corpuscules infiniment petits, lancés à tout instant avec

une vitesse de 80 000 lieues par seconde. La lumière résulte d'un ébranlement du milieu éthéré produit ou excité *par des ondes à vibrations transversales* dont la formation est provoquée par le foyer lumineux. Ainsi, avec la nouvelle théorie, la lumière présentait le premier exemple d'une transmission de mouvement où le milieu ambiant joue un rôle exclusif ; c'était un autre « coup décisif » contre l'hypothèse des actions à distance, d'autant mieux que cette théorie apportait une simplification et une clarté beaucoup plus grande dans l'explication d'un certain nombre de phénomènes d'optique, particulièrement dans celle de la lumière polarisée, surchargée, dans le système de l'émission, dit M. Cornu, d'hypothèses très compliquées.

En même temps se trouvait confirmée d'une manière éclatante l'hypothèse de l'existence de l'éther, attendu que, toutes les propriétés de la lumière se conservant dans l'espace vide, il faut bien que cet espace, vide de matière pondérable et directement accessible, soit cependant rempli d'un milieu élastique capable de propager les vibrations transversales ; ce que vérifient invariablement toutes les expériences de Fresnel relatives aux ondes lumineuses.

Il y a mieux. Grâce aux beaux travaux de Helmholtz, Maxwell, Heinrich Hertz et autres (1), et aux brillantes expériences qu'ils ont instituées, on a constaté d'abord que le facteur de transformation qui sert à passer de l'un à l'autre des deux systèmes d'unités électriques est égal précisément à la vitesse de la lumière, soit 300 000 kilomètres par seconde de temps ; de là, Maxwell fut conduit à vérifier et à généraliser les conclusions de Faraday considérant le milieu interposé comme le véhicule des actions électriques à distance ; d'où cette conclusion que les phénomènes d'induction s'exerçant non seulement à travers l'air et les corps diélectriques mais également à travers le vide, les actions électriques doivent produire dans le milieu

(1) MM. Sarasin, de la Rive, Blondlot.....

éthéré des ébranlements analogues à ceux qui constituent les ondulations lumineuses, soit des vibrations longitudinales ou transversales. Et comme le facteur de conversion des unités électriques est de valeur précisément égale à la vitesse de la lumière, on en conclut que les ébranlements électriques et lumineux sont de même nature, se propagent avec la même vitesse et ont, les uns et les autres, l'éther pour siège.

L'expérience a vérifié l'exactitude de ces inductions. Elle a permis de constater que la source des manifestations électriques est moins dans les conducteurs que dans le milieu *diélectrique* qui les environne. On a pu provoquer dans l'air des ondes électriques offrant toutes les propriétés des ondes lumineuses, pouvant être réfléchies, réfractées, diffractées, pouvant interférer, subir la polarisation rectiligne, elliptique ou circulaire, reproduisant, en un mot, dans l'ordre électrique, tous les phénomènes obtenus par Fresnel, au commencement du siècle, pour démontrer la nature des ondes lumineuses.

On est donc fondé à admettre que les ébranlements électriques dans l'éther libre, soumis aux mêmes lois, animés de la même vitesse que les ébranlements lumineux, sont de nature identique ; ils n'en diffèrent que par une circonstance qui n'a rien d'essentiel, à savoir une période oscillatoire plus lente (1). Mais les actions inductrices n'en sont pas moins ramenées à des ondes à vibrations transversales, ce qui est le point important.

Une obscurité n'est pas encore dissipée cependant. Les forces électrostatiques ou électromagnétiques n'étant pas en jeu dans les phénomènes observés, lesquels ne

(1) Les décharges oscillantes des condensateurs de lord Kelvin, adoptés par feu Heinrich Hertz pour imiter autant que possible, dans le champ de l'électricité, les oscillations lumineuses, ont été rendues par le physicien allemand tellement rapides qu'elles sont arrivées à plusieurs millions par seconde. Mais les oscillations lumineuses dépassent considérablement cette rapidité, puisque, dans le même temps, elles n'atteignent pas moins de 60 *trillions !*

comportent que des éléments dynamiques comme des transformations d'énergie, par exemple, la question se pose de savoir si un milieu peut être un réservoir d'énergie mécanique, et, dans l'affirmative, suivant quel procédé.

L'affirmative est certaine : « un ressort tendu, un corps chaud, un gaz comprimé sont des magasins d'énergie ». En admettant qu'il en soit de même dans le milieu éthéré, Maxwell considère chaque élément de volume d'éther libre comme contenant un petit approvisionnement d'*énergie localisée*, de même qu'il existe de l'énergie localisée dans chaque élément de volume d'un corps pondérable échauffé ou comprimé. Quant à dire par quel procédé, par quel mécanisme chaque élément de volume d'éther détient cette portion d'énergie localisée, c'est, dit M. Cornu, « le secret de la constitution moléculaire que nous n'avons pu encore percer ».

Il suffit aux géomètres de considérer ce milieu élastique (l'éther) « comme *constitué par des points matériels séparés et exerçant des attractions ou répulsions réciproques*, pour retrouver toutes les lois de l'élasticité et la propagation des deux types d'ondes ». Mais, ajoute l'éminent membre du Bureau des longitudes, cette abstraction n'est qu'un symbole « qu'on doit rejeter, *puisqu'il implique la réalité des forces à distance, aussi inadmissible* DANS LES INTERVALLES MOLÉCULAIRES QUE DANS LE DOMAINE FINI », autrement dit, dans le domaine des infiniment petits que dans le domaine des grandeurs appréciables jusqu'à celles, y comprises, qui peuvent être considérées pratiquement comme infinies.

Puis donc que nous n'avons pas la représentation matérielle des énergies mécanique, calorifique, électrique, lumineuse, dont on ne peut cependant nier ni l'existence ni la localisation, il reste à découvrir sous quelles formes elles se trouvent. Descartes avait entrevu la solution par sa théorie des tourbillons, qu'il a eu le tort de trop préciser. Mais c'est en reprenant sa conception que l'on

arrivera, par l'étude rigoureuse des phénomènes naturels et « non par des rêveries métaphysiques », à découvrir prochainement la solution cherchée.

## II.

Nous avons résumé de notre mieux le travail de M. Cornu, afin d'être à même d'en discuter les tendances et la conclusion.

Ce travail est avant tout un exposé historique, exposé auquel se mêlent parfois des interprétations qu'on pourrait taxer d'hypothétiques. Puis tout l'ensemble du travail semble révéler chez l'auteur une idée préconçue, une préoccupation (je ne me permettrai pas de dire une « rêverie ») métaphysique qui ne lui laisse peut-être pas une liberté d'appréciation aussi grande que s'il eût abordé son sujet sans autre souci que de nous faire connaître la marche de l'esprit humain, représenté par des hommes de génie, à la découverte des lois qui régissent l'univers.

L'idée préconçue, la préoccupation à laquelle nous faisons allusion ici, n'est autre que la prétendue absurdité, posée *à priori*, des actions à distance, c'est-à-dire agissant sans intermédiaire matériel, quelle que soit d'ailleurs la distance interposée entre les centres ou corps exerçant leur action réciproque.

En effet, dès les premières pages de sa Notice, le savant académicien cite le fameux passage de la lettre de Newton à Bentley, dans laquelle l'illustre astronome se défend de considérer la gravité comme une chose *innée, inhérente, essentielle* à la matière. Mais l'argument d'autorité que l'on peut tirer de ce passage, et sur lequel, il est juste de le reconnaître, l'éminent écrivain ne s'appuie qu'en passant, n'a la valeur qu'on lui prête qu'autant qu'on l'isole et de son contexte et surtout des circonstances qui avaient motivé la lettre de Newton à Bentley. Nous l'avons

nous-même cité, d'après le texte original, dans le travail rappelé au début de cet article, en faisant remarquer que Newton se préoccupait avant tout, dans cette lettre, de renverser l'argument que certains prétendaient tirer, contre l'existence de Dieu, de la théorie du grand astronome sur la gravitation universelle (1). En cette circonstance il faisait de la philosophie, de la théodicée, bien plutôt que de l'astronomie ou de la physique. D'ailleurs la fréquente insistance qu'il met, tant dans son *Optique* que dans le livre des *Principes*, à dire qu'il ne veut pas soulever de discussion philosophique, mais rester sur le terrain des phénomènes en constatant que tout se passe *comme si* les corps s'attiraient en raison directe des masses et inverse du carré des distances, cette insistance prouve qu'il ne voulait pas entrer en discussion à ce sujet avec les métaphysiciens de son temps, mais non pas qu'il considérât comme absurde, intrinsèquement et en soi, un principe qui lui était, et est demeuré pour ses successeurs, un instrument si précieux de découvertes toujours et partout confirmées par le calcul et par les faits.

Assez sur l'opinion de Newton quant à la valeur intrinsèque du principe de la gravitation universelle. Fût-elle celle qu'on lui prête — à tort selon nous, — qu'en faudrait-il conclure ? Que ce grand génie, qui paraît s'être trompé en optique, aurait pu également se tromper sur ce point, sans que d'ailleurs sa gloire en fût diminuée.

Sous l'empire de cette préoccupation que l'hypothèse

(1) Il se préoccupait aussi d'éluder les objections que les Cartésiens, Leibnitz lui-même, opposaient à sa théorie, précisément en arguant de cet *à priori*. Correspondant à la pensée de Newton, Clarke répondait à Leibnitz que, par le terme d'*attraction*, il faut entendre non *la cause qui fait que les corps tendent l'un vers l'autre*, mais seulement l'effet de cette cause, ou le phénomène même et les lois ou proportions suivants lesquelles il se manifeste (Cf. Léopold Mabilleau, *Hist. de la philosoph. atomist.*, p. 442, Paris, Alcan). La question étant ainsi posée, on ne voit pas quel intérêt peuvent avoir les savants, en tant que savants, à se prévaloir sans cesse de la soi-disant absurdité d'un principe si fécond, si utile à leurs recherches et si bien corroboré par le calcul et par les faits.

des actions à distance est « insoutenable » et qu' « il suffit de réfléchir un instant... pour être frappé de l'impossibilité d'une action réciproque sans intermédiaire » de deux masses distantes, le savant écrivain donne, comme première preuve de cette impossibilité, la célèbre expérience de Faraday. Or cette expérience prouve bien que les courants induits agissent par l'intermédiaire du milieu ambiant, mais elle ne nous révèle rien sur la constitution du milieu de transmission, et par conséquent ne prouve pas qu'il n'y ait pas d'actions à *très petites* distances entre les atomes. C'est sans doute pour échapper à cette difficulté que notre auteur ajoute, comme il a été dit aux premières pages du présent article, que cette conception doit être généralisée à tous les cas possibles, aussi bien aux distances infiniment grandes qu'aux intervalles infiniment petits.

Mais c'est là une assertion, une affirmation fondée sur une simple analogie, une interprétation, rien de plus ; ce n'est pas une preuve.

Allons plus loin. Les belles expériences de Fresnel et des savants qui ont suivi la voie par lui ouverte, fournissent, des phénomènes lumineux, une explication élégante, plus rapprochée sans doute de la réalité vraie que celle qui avait précédé. Elle implique un ébranlement ondulatoire du milieu éthéré par vibrations transversales, d'où il résulte que la lumière nous parvient par l'intermédiaire de ce milieu. Les travaux des électriciens, qui ont orienté leurs recherches suivant la direction tracée par Faraday, sont arrivés à une conclusion identique, quant aux phénomènes électriques et magnétiques. On est en droit, par suite, d'affirmer aujourd'hui que le milieu élastique dont est rempli par hypothèse le vide interplanétaire aussi bien que les corps gazeux, liquides et solides qui nous environnent, est le siège et le véhicule d'ébranlements rendus sensibles pour nous sous forme de phénomènes de magnétisme, d'électricité, de chaleur, de lumière.

Tout cela est chose admise, mais ne prouve pas que les géomètres, en se représentant « un milieu élastique comme constitué par des points matériels séparés mais exerçant des attractions ou répulsions réciproques », ce qui suffit à la justesse de leurs calculs, emploient par là « un pur symbole qu'on doit rejeter ».

Pourquoi doit-on le rejeter ? Parce qu'il implique la réalité des forces à distance, répond le très éminent auteur. Mais n'est-ce pas là donner comme preuve ce qui serait précisément à démontrer ?

Nous connaissons trois modes de transmission des mouvements à distance :

1° La *translation* des corps proprement dits ou pondérables, autrement dit les mouvements se rattachant directement ou indirectement à la gravitation universelle, comme, par exemple, l'émission ou le lancement des projectiles ;

2° L'*ondulation à vibrations longitudinales*, dont l'expression la plus fréquente nous est donnée par l'émission et la propagation du son ;

3° Enfin l'*ondulation à vibrations transversales*, qui a fait le sujet principal des développements contenus dans la première partie de cette étude.

Les travaux et expériences sommairement indiqués ci-dessus, d'après l'exposé de notre très honorable et très savant contradicteur, prouvent que les mouvements de cette troisième catégorie nous sont transmis par l'intermédiaire du fluide éthéré, d'une manière analogue, bien que non identique, à celle dont les mouvements du second mode nous sont transmis par le fluide aérien.

Faut-il en conclure que les mouvements de la première catégorie se transmettent, entre les corps sidéraux, de la même manière que ceux des deux autres modes, par des vibrations transversales ou longitudinales de l'éther ? Que la chose soit possible, on ne saurait ni le nier, ni l'affirmer ; on peut le supposer ; en fait on n'en

sait rien. Admettons qu'il en soit ainsi. Nous donne-t-on la preuve que la constitution du milieu élastique appelé éther n'est pas réalisée par des points matériels que sépareraient des distances infinitésimales et qui exerceraient, des uns aux autres, des attractions ou répulsions réciproques ?

Tant que cette preuve ne sera pas fournie et établie sur des bases indiscutables, il n'y aura rien de fait. S'appuyer, pour nier la possibilité d'un tel mode de constitution de l'éther et pour le rejeter, sur ce qu' « il implique la réalité des forces à distances, aussi inadmissible dans les intervalles moléculaires que dans le domaine fini », c'est donner comme acquis ce qui est en question ; cela ressemble fort à ce qu'on appelle en logique, si nous ne nous trompons, une pétition de principe.

Nous admettons bien volontiers que c'est par l'étude rigoureuse des phénomènes naturels, et « non par des rêveries métaphysiques », qu'on pourra arriver à pénétrer un jour le secret du mécanisme de la constitution moléculaire. Mais l'illustre savant est-il bien sûr de n'obéir pas lui-même à une préoccupation métaphysique, quand il nie *à priori* la possibilité d'un état de choses tel, cependant, que tout se passe, il le proclame lui-même, *comme si* cet état de choses était réel?

On ne voit guère, en dehors du concept des points matériels ou atomes séparés par des distances infiniment petites et exerçant les uns sur les autres des actions attractives ou répulsives, que deux hypothèses possibles. Celle de l'action par contact des points matériels, ou celle d'un éther de toutes parts continu en même temps qu'impondérable et parfaitement élastique. La première ne fait guère que reculer la difficulté : deux atomes, dans l'hypothèse, ne se toucheraient que par un point; de part et d'autre de ce point, ils seraient situés dans des lieux différents ; cependant on admet que chacun agit par toute sa masse. La *continuité,* par laquelle on cherche à éluder

la difficulté, est une explication assez vague, obscure même, et conduit à envisager des particules atomiques plus petites. La difficulté se retrouve donc tout entière.

Quant à un éther élastique, impondérable en même temps que continu dans tous les sens et toutes les directions, il revient à la matière continue de Descartes et offre à l'esprit des difficultés bien plus insurmontables encore.

Concluons que le secret de la constitution moléculaire n'est pas encore si près de se laisser pénétrer qu'on pourrait le penser. Le mécanisme de la localisation de l'énergie, cette belle conception de Maxwell, ne se découvre pas encore aux regards investigateurs de la science. Tout est si mystérieux dans la nature que le savoir humain, quels que soient ses progrès, trouvera toujours des limites auxquelles se heurtera sa puissance. En attendant que, découvrant enfin le secret de la constitution intime de la matière, du pondérable et de l'impondérable, il se heurte à quelque limite encore plus reculée, que la limite actuelle l'empêche peut-être de percevoir, il serait sage, semble-t-il, de ne pas proclamer impossible ou absurde une hypothèse qu'ont toujours vérifiée tous les faits et tous les calculs. Et puisqu'il est reconnu que tout, dans la nature, se passe comme si cette hypothèse était vraie, n'est-ce pas là au moins une présomption que, si elle ne l'est pas rigoureusement, il se pourrait que, sur le terrain de l'observation phénoménale, elle fût rationnelle et plausible, point absurde par conséquent ?

C. DE KIRWAN.

# L'AGE DE LA HOUILLE [1]

Le bon La Fontaine dit quelque part :

« Je sais beaucoup de par le monde
A qui ceci conviendrait bien :
De loin, c'est quelque chose; et de près ce n'est rien. »

C'était, il vous souvient, à propos de fidèles guetteurs : ils avaient pris de simples bâtons pour un ballot, une nacelle, un brûlot, voire même pour un puissant navire.

Singulière coïncidence ! il s'agit dans la fable de bois flottants, et je m'en viens vous exposer comment, selon moi, des plantes flottées ont donné naissance aux gisements houillers.

Cette histoire et sa morale m'ont suggéré d'autres pensées plus graves. Je me suis demandé, avec inquiétude, si, le premier, je n'avais pas à profiter de la leçon. Non pas que mes bâtons flottants courussent le moindre danger ; mais ce fut pour moi-même que la sollicitude me prit.

Ne suis-je pas un point à l'horizon de la mer scientifique ? L'étude des bassins houillers de Belgique, entreprise il y aura bientôt sept ans, et le Musée que j'ai créé, avec l'aide éclairée de tant d'ingénieurs et d'industriels, ne vous ont-il pas apparu indécis dans le lointain brumeux?

(1) Conférence faite à la Société scientifique de Bruxelles, le mardi 14 avril 1896.

L'intérêt que vous portez à tout ce qui se fait dans le domaine des sciences; la sympathie que vous ressentez pour les plus modestes travailleurs; la grandeur de vos conceptions personnelles, qui vous font entrevoir des plans aussi grands que féconds : tout cela ne vous aurait-il pas fait paraître mes travaux sous un aspect trop flatteur?

Je le crains, Messieurs, et je confesse que j'éprouve un vif besoin d'en appeler à toute votre indulgence. Vous n'avez devant vous qu'un modeste chercheur; vous attendre à plus, c'est vous exposer à devoir redire en sortant d'ici :

« De loin, c'est quelque chose; et de près ce n'est rien. »

Adonné depuis quelques années à peine à l'étude des bassins houillers belges, je ne pourrai guère vous parler avec pleine conviction. Rien n'apprend à douter de soi comme les premiers pas que l'on fait dans la science.

C'est qu'ils sont variés et discrets, les jeux de la capricieuse nature. Lors même qu'on a blanchi à son service, peut-on se flatter de lui avoir arraché ses derniers secrets?

Vous aurez donc, Messieurs, à exercer, en plus de la patiente charité, une discrétion bienveillante. Vous attendez de moi une conférence, mais je ne vous donnerai qu'une causerie, et dans le négligé qui lui est naturel, je pourrai vous faire part de mes théories de l'heure présente. Seront-elles les mêmes encore à l'heure lointaine des conclusions? *Chi lo sa ?*

I. Transportons-nous donc ensemble à quelques milliers de siècles d'ici, et contemplons, à la lumière des sciences géologiques, le tableau qu'offrait la nature des temps primaires. Ce sera la première partie de cette causerie. Je vous en prie toutefois, ne précipitez pas votre jugement : dans la seconde partie, nous nous attacherons à justifier les traits principaux à l'aide desquels nous aurons cru pouvoir recomposer le tableau que nous allons mettre sous vos yeux.

La terre avait fini de briller au firmament. Le refroidissement graduel de sa surface avait formé et définitivement assis l'écorce primitive, qui reçut bientôt les premiers océans.

Leurs eaux, réunies au fond des rides de l'astre décrépit, obéirent sans tarder aux lois que nous savons. Elles battirent les premiers rivages et y déposèrent, ainsi que sur leurs fonds, les sables et les vases, fruits de leurs premiers efforts.

Ne perdons pas de vue que leur droit d'aînesse donna aux mers primitives de singuliers privilèges.

D'abord leurs eaux étaient chargées de principes chimiques dont l'énergie incontestable augmentait d'autant leur puissance érosive. Ces principes, nous les connaissons et nous en devinons l'effrayante quantité par les gisements où ils se fixèrent sous forme de sédiments dans la suite des âges géologiques.

A cette activité chimique s'ajoutait l'activité mécanique. Sous ce rapport cependant, à côté de réels avantages, les eaux marines avaient aussi de sérieuses infériorités.

L'infériorité leur venait d'elles-mêmes. Moindres en quantité — ou mieux en masse, et moins stimulées par le souffle du vent, elles manquaient évidemment d'un appoint dynamique appréciable. L'avantage leur venait des circonstances où s'exerçait leur énergie et qui ne laissaient pas d'être exceptionnellement favorables.

En effet, la croûte primitive du globe refroidi, personne ne la croira lisse et unie. Ce n'est même pas assez de se la figurer rugueuse. Elle était profondément plissée par le ratatinement, et présentait d'ordinaire un aspect fantastique. C'étaient des coulées entrecroisées de lave portant d'ici de là des blocs ou des tables de granites, témoins des efforts réitérés du feu, jaloux de son domaine.

Quel beau champ d'action pour l'eau des premiers jours! L'érosion s'exerçait alors comme maintenant en raison

directe de la surface de contact. Or moins profondes, plus étendues, plus morcelées pourtant, les mers n'étaient pour ainsi dire nulle part oisives. Les fonds subissaient souvent l'usure par le frottement des eaux en mouvement.

Les côtes des îles et des îlots, multipliées par les poussées éruptives d'une part et de l'autre par les plissements de la croûte terrestre, présentaient une surface admirablement étendue, et l'eau pouvait exercer sans relâche sa dent aussi impitoyable que fugitive.

D'autre part la température était encore élevée. Il se faisait un intense et continuel échange d'eau entre la terre et l'atmosphère, et les pluies torrentielles qui en résultaient venaient activement grossir le butin des océans.

Elle est donc bien vieille cette œuvre d'impitoyable égalisation. Transportée dans la politique, l'idée du nivellement universel n'a fait que changer de domaine... Mais trêve d'allusion aux actualités : « *Non est his locus.* » Nous n'en parlons que pour expliquer la naissance des premières terres.

Le cadre d'une causerie ne nous engage pas à assister au détail de cette naissance. Qu'il nous suffise d'un coup d'œil sur les premiers âges afin de parvenir plus lestement au carboniférien qui devra nous attarder davantage.

Ses devanciers sont le précambrien, le silurien et le dévonien. Pendant leur durée se fera encore remarquer l'action érosive des agents météoriques. Aidée par les diverses manifestations du feu intérieur, elle va édifier les continents et en disputer pied à pied la possession aux mers jusques alors omnipotentes.

En harmonie avec cette évolution du monde physique, la vie va apparaître et se répandre. D'abord exclusivement aquatique, elle ira ensuite se diversifiant. Chaque être nouveau accusera de plus en plus nettement le départ entre les milieux marins, côtiers, saumâtres ou terrestres qui le verront éclore.

Il est donc à croire que les terres se trouveront suffi-

samment vastes et profondes pour donner une féconde hospitalité à la luxuriante végétation de l'époque nouvelle.

Durant la période carboniférienne, dont la formation houillère occupe la seconde moitié, les êtres vivants vont croître en nombre et en variété. Mais les animaux comptent encore des ennemis implacables dans l'air atmosphérique, leur principal soutien. Ce sont mille principes défavorables à la respiration pulmonaire, parmi lesquels l'acide carbonique mérite une mention tout à fait spéciale.

Il faudra qu'un prodigieux développement de végétations successives vienne purifier l'atmosphère et permettre à la vie de marcher à son plein épanouissement. C'est la *distillation de l'air* par la plante qui constitue la caractéristique de l'âge carboniférien. Continue et étonnamment intense à l'époque houillère, cette action du règne végétal rendra notre globe parfaitement habitable pour le moment où les continents seront constitués et affermis.

Saluons ici avec une religieuse admiration une de ces harmonies sublimes du grand œuvre de la création. La vie animale, dès son aurore, se trouve liée à la vie végétale par un enchaînement admirable. Elle qui lui devra de tout temps son aliment fondamental, elle lui doit aussi d'avoir triomphé des obstacles qui rendaient impossibles ses premiers pas.

Et, d'autre part, le mécanisme des causes mises en jeu dans ce but régénérateur créera pour l'homme une source inépuisable d'énergie et de bien-être : le charbon minéral.

Arrivé au cœur du sujet, les traits généraux ne peuvent plus suffire. Regardons la terre d'alors, la forme de ses continents, le régime de ses eaux et son climat, afin de pouvoir assister de plus près à la formation de la houille.

Que nous dit la géographie carboniférienne ? Les continents avaient-ils déjà la figure que nous leur connaissons aujourd'hui ? Loin de là ; les terres ne présentaient pas de vastes étendues émergées. On ne voyait que des îles,

sans doute grandes et majestueuses, mais qui ne méritaient pas d'être appelées continents.

C'était la plupart de nos grandes chaînes de montagnes dont l'âme est du granite ou de la granulite. Ils se dressaient fiers et hauts, ces massifs éruptifs, et descendaient en pente assez brusque vers la mer.

Tantôt leurs flancs à pic battus directement par l'océan donnaient à ce dernier l'occasion d'exercer son action destructrice ; tantôt la constitution des rivages et les conditions des eaux permettaient le développement de la vie marine ; en d'autres points enfin, une terre à l'allure moins abrupte, arrosée par des fleuves moins torrentueux, facilitait la formation d'appareils côtiers qui pouvaient bientôt couvrir de vastes étendues.

C'est dans ce milieu que vont se former la plupart de nos bassins houillers actuels.

La constitution physique des versants plus réglés de certaines îles carboniférienne permettait donc l'établissement d'un régime hydrographique favorable au développement du règne végétal.

Au nombre de ceux-ci se trouvait sans contredit le bassin hydrographique septentrional d'une terre ferme qui devait s'étendre, sans interruption notable, de Westphalie en Angleterre, en passant par la Belgique. La ligne de faîte courait au loin en suivant le Hartz, les Ardennes et le massif anglo-normand. De ces sommets, les altitudes s'abaissaient graduellement jusqu'à l'océan pour finir par un large appareil côtier. Le sol de la plaine, ou plus exactement du versant, l'œuvre des temps dévoniens, était arrosé par des eaux nombreuses qui aidaient à la croissance des forêts gigantesques et fantastiques de l'époque houillère.

A force de cheminer, les ruisseaux devenaient alors aussi des rivières et des fleuves.

Ces fleuves, puissants mandataires d'un versant aussi

étendu et aussi bien irrigué, coulaient presque parallèlement. Et les dimensions des embouchures voisines obligeaient les fleuves à enchevêtrer leurs bras et à mêler parfois leurs eaux.

Voilà le régime continental.

Qu'en était-il des conditions climatériques ? Tout nous indique qu'à cette époque la terre jouissait encore d'une température que doivent à peine connaître de nos jours les pays tropicaux. Le soleil n'égayait pas encore les paysages de la profusion de sa lumière, car la grande quantité des nuages et l'intense humidité de l'air ne facilitaient pas l'accès de ses rayons, ce qui nous fait pressentir des pluies aussi fréquentes que diluviennes. Bien que légendaires, les pluies des moussons de nos zones torrides ne doivent être que de faibles images de celles qui sévissaient à l'époque houillère.

Si le climat n'était guère délicieux, l'aspect de la nature n'avait pas encore atteint l'harmonie définitive que le Créateur voulait voir régner dans le palais qu'Il préparait à l'homme.

« Le caractère de la végétation houillère, dit de Saporta, était la profusion plutôt que la richesse, la vigueur plutôt que la variété... C'était une association de grandes et élégantes fougères, au-dessus desquelles se dressaient des troncs nus ;... la cime seule de ces végétaux était couronnée d'un feuillage menu, raide et piquant, qui garnissait l'extrémité des dernières ramifications (1). » « Il n'y avait alors, ajoute M. de Lapparent, rien d'analogue aux formes gracieuses et variées de nos arbres à feuillage caduc. Les fleurs aux teintes vives et brillantes n'étaient pas là pour égayer le paysage, et former un agréable contraste avec la sombre verdure de l'époque (2). »

(1) G. de Saporta. *Le Monde des plantes avant l'apparition de l'homme*, p. 45.
(2) A. de Lapparent. *Traité de géologie*, 3e édit., p. 825.

En effet, les empreintes végétales des roches houillères témoignent bien plus de l'incalculable multiplicité des individus que de leur variété spécifique. Ils n'appartiennent tous qu'à cinq familles de cryptogames dont trois seulement sont en relation de parenté avec la flore actuelle. Les Fougères ont le moins dépéri, bien entendu si on les observe sous les tropiques. Les Équisétinées et les Lycopodinées, aux troncs gigantesques, ne se reconnaîtraient plus elles-mêmes dans leurs chétifs rejetons. Faute de connaître leur haut et antique lignage, le promeneur les foule tous les jours inconsciemment aux pieds.

Les Sphénophyllées et les Cordaïtées enfin restent absolument limitées à l'époque houillère. Elles sont au nombre de ces êtres dépourvus de généalogie dont chaque époque géologique compte quelques types mystérieux.

« Le chant des oiseaux, continue M. de Lapparent, ne se faisait pas encore entendre dans les airs ; à peine quelques amphibies, nouveaux venus sur le globe, se hasardaient-ils hors des marécages, et l'atmosphère, lourde et humide, fortement chargée d'acide carbonique, était sans doute moins agitée que de nos jours ;... un morne silence enveloppait donc la terre, et rien aujourd'hui, si ce n'est peut-être la visite de quelques forêts de Fougères et d'Araucarias de la Nouvelle-Zélande, ne peut plus nous donner l'idée de ce que devait être la tristesse et la monotonie des continents carboniériens (1). »

Enfin, signalons avec M. Briart qu'au milieu du bruissement du vent dans les feuilles, l'oreille attentive aurait saisi les cris stridulants et le battement d'ailes des insectes, modeste présage des harmonies futures du monde animé (2).

Avant de continuer et d'assister au changement du

(1) A. de Lapparent. *Op. cit.*, ibid.

(2) A. Briart. *La Formation houillère.* Extrait des BULL. DE L'ACAD. ROYALE DE BELGIQUE, 3e série, t. XVIII, p. 847.

végétal en houille, l'état même de la question scientifique nous oblige à ouvrir une parenthèse.

On sait que les sédiments constitutifs de l'horizon houiller peuvent être divisés en deux parties nettement distinctes. D'une part les roches stériles, schistes, psammites ou grès, et d'autre part la houille, se présentant sous forme de couches intercalées entre les premières, à distances plus ou moins réglées.

Pour l'élément stérile, on peut dire que les géologues s'accordent à lui reconnaître l'origine ordinaire des sédiments.

C'est l'action convergente des eaux maritimes et fluviales, aidée du concours des autres agents naturels, qui est considérée comme responsable.

L'accord des géologues n'existe plus quand il s'agit des lits de houille. Ici, deux écoles sont en présence : l'une défend la formation sur place, l'autre la formation par transport.

Les partisans de la formation sur place veulent que les plantes aient vécu là-même où nous les retrouvons à l'état de houille. La houille, cette roche d'aspect si nouveau et si unique, semble pour eux devoir se réclamer d'une cause également nouvelle et singulière.

Manière de voir qui veut trouver un appui et peut-être même une confirmation dans les tourbières d'aujourd'hui.

Depuis que l'origine végétale de la houille n'est plus discutable, si ce n'est pour quelque docteur ès-imaginations (1), ne semble-t-il pas simple et logique d'en appeler aux causes actuelles pour évoquer celles du temps jadis ? C'est ce que M. de Lapparent a spirituellement appelé « *la fascination des causes actuelles* (2) ».

(1) G. Schmitz, S. J. *La Houille est-elle une roche éruptive ?* REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, janvier 1895, pp. 212-222.

(2) A. de Lapparent. *L'Origine de la houille.* Extrait de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, juillet 1892, p. 8.

Malheureusement les causes qui édifient nos tourbes n'existaient pas et ne pouvaient exister à l'âge carbonifférien.

Sous le régime de l'isothermie tropicale, la terre ne connaissait nulle part le climat du nord, et les végétaux turbogènes n'avaient pas encore vu le jour.

Il faut avouer toutefois que la simplicité de la conception la fit préférer. Longtemps elle jouit d'une vogue qu'on osait à peine lui disputer.

Aujourd'hui des faits nouveaux sont venus l'ébranler et ont ramené à l'ancienne théorie : c'est elle que nous voudrions essayer de vous exposer maintenant.

Deux points sont essentiels à la formation par transport.

D'abord, que les éléments constitutifs des sédiments houillers, tant organiques que minéraux, aient été charriés par les eaux à la place de leur gisement actuel. Ensuite, que les plantes aient été changées en houille par une action chimico-physiologique, avant leur enfouissement définitif parmi les alluvions.

Cette conception théorique, hâtons-nous de le dire, ne nous appartient pas en propre.

La géologie en doit la vigoureuse renaissance à d'éminents savants français, MM. Fayol et Grand'Eury, dont M. de Lapparent s'est fait l'éloquent et lucide avocat.

Malheureusement l'étude des faits ne nous permet pas encore de suivre exclusivement, pour les bassins houillers belges, l'une ou l'autre de ces conceptions. Nous reviendrons même à certaines idées de la formation sur place, auxquelles M. Briart, l'un des plus illustres vétérans de la science belge, a donné un vrai renouveau.

« Indiqué par l'expérience, disions-nous devant le Congrès international des catholiques réuni à Bruxelles, cet éclectisme devrait aussi s'imposer par la simple considération de la nature. Féconde en effets, elle l'est plus

encore en moyens efficaces. Rien d'aussi complexe que son action. Comment donc vouloir que notre esprit impose arbitrairement à la nature un choix entre les moyens nombreux qu'elle peut mettre en œuvre ? C'est pousser trop loin l'amour de la simplicité que de vouloir comprendre dans une formule presque exclusive le jeu souvent capricieux des causes physiques (1). »

Cette restriction aux idées de la formation par transport, nous croyons devoir l'apporter avec moins de réserves encore que M. de Lapparent (2). Nous aurons d'ailleurs l'occasion d'y revenir.

Maintenant que nous savons les prétentions des deux principales écoles, nous pouvons prendre la description des phénomènes où nous l'avions laissée.

A la faveur d'un climat aussi exceptionnel, les terres carboniférienne s'étaient donc couvertes de végétation. Le pied dans un sol abondamment arrosé et fécond, la tête dans un air chaud et nutritif, la plante se développait avec une telle activité qu'elle n'accusait même pas dans sa texture la succession d'étapes diverses. La paléontologie végétale nous a fait toucher du doigt cette homogénéité parfaite du tissu des plantes de l'époque houillère.

A l'infatigable continuité de la croissance s'ajoutait une rapidité telle que de Saporta a pu écrire : « C'était de toutes parts des jets effrayants, des productions improvisées, des poussées subites, élevant des colonnes vertes dont le rôle était aussi éphémère que la fermeté peu assurée. La plupart des tiges carbonifères, creusées ou gonflées de moelle à l'intérieur, succombaient par l'exagération même de leur croissance (3)... »

Pareille végétation était bien faite pour étendre sur le

(1) G. Schmitz, S. J. *Projet d'étude des bassins houillers belges.* Compte-rendu de la septième section, p. 156.

(2) A. de Lapparent. *L'Origine de la houille,* pp. 45 et 46.

(3) de Saporta (*in* de Lapparent), REVUE DES DEUX-MONDES, t. LIV, p. 684.

[illegible] pour [illegible] une épaisse couche de matières [illegible]. Le régime [illegible] auquel était soumis d'autre [illegible] le tassellement empêchait les matières de s'éterniser sur place.

Sans cesse donc les végétaux naissent et meurent, et les eaux lentavent sans cesse la place pour aller porter au [illegible] le produit de leur érosion. Ce produit, emporté par le [illegible] d'eau, [illegible] au ruisseau, le ruisseau le porte à la rivière, [illegible] au fleuve, et celui-ci enfin le dépose parmi ses alluvions.

Selon que le courant était plus ou moins violent, l'eau apportait les limons, les sables, les graviers de grosseur [illegible]. A l'alluvion minérale s'ajoutaient, en proportion [illegible] à l'époque houillère, les dépouilles des forêts de la terre ferme, si bien appelées *alluvion végétale*.

De densités différentes, les matériaux avaient déjà subi, par le fait même de leur long voyage en eau courante, un premier classement. Il allait se perfectionner sur la côte, en superposant la couche végétale aux sédiments minéraux. Le classement automatique se répétera après chaque apport nouveau, dans la mesure même du repos que lui accordera l'activité fluviale.

On sait mieux encore compliquer le phénomène de l'enfouissement. On sait comment sont instables les bouches des fleuves, et comment est inégale l'activité des branches voisines l'une de l'autre. Il s'ensuivra d'abord que, après avoir élidé un atterrissement, la branche du fleuve ira tantôt reprendre son œuvre après un déplacement latéral, et que tantôt elle se départira de son activité, à l'avantage d'une voisine auparavant moins favorisée. De là l'aspect lenticulaire enchevêtré, si nettement accusé dans la formation houillère.

En d'autres termes, les diverses branches des fleuves apportent chacune, selon leurs caprices, de puissantes alluvions qui se juxtaposent à des intervalles plus ou moins considérables. La mer, travaillant de son côté par

ses vagues ou par des incursions, s'attache à étaler ces dépôts sur de vastes étendues. L'apparence pourra donc être trompeuse et faire voir la continuité horizontale là où la succession verticale s'est compliquée d'une juxtaposition assez réglée.

Un autre effet du vagabondage des bras des fleuves, c'est le changement de régime des terres envahies ou abandonnées par les eaux. A ces changements de milieu correspondent, comme toujours, des modifications dans le développement de la vie. Tantôt fluviale, tantôt saumâtre, tantôt marine, la faune suivra les conditions qui lui seront faites. Tantôt même il se pourra que les plantes s'établiront là où naguère se traînait le mollusque ou bien nageait le poisson.

Pas n'est donc besoin de recourir à un jeu de bascule de la côte pour permettre aux différents règnes d'avoir tour à tour la libre jouissance d'un même emplacement.

Il ne nous faudra pas davantage imaginer des émersions et des immersions successives afin de permettre aux centaines de couches de nos bassins de se former. Pour justifier ce fait, il suffira d'attribuer aux terres basses un faible et régulier mouvement d'abaissement absolu ou relatif. La terre, d'autre part, en accentuant son refroidissement et sa consolidation, et les airs en se rassérénant, auront aidé le niveau des mers à croître dans une gradation proportionnelle.

La formation houillère est en train : laissons-lui le temps de s'épanouir et d'achever, sous l'œil de la Providence, son œuvre grandiose et humanitaire.

A propos du temps, remarquons toutefois, en passant, que la théorie de la formation par transport a le grand avantage de réduire à des proportions moins fantastiques le nombre de siècles que doivent exiger pour la même fin les partisans de la formation sur place.

II. Comme vous venez de l'entendre, Messieurs, nous avons essayé, dans cette première partie, une esquisse des phénomènes dont la terre fut le théâtre à l'époque houillère.

Seulement il y a lieu de craindre que des esprits sérieux ne voient dans notre travail plus d'imagination que de science. Force nous sera donc d'abuser de votre trop obligeante attention, et de revenir sur nos pas pour baser sur l'observation nos principales vues théoriques.

Comme il ne pourrait nous incomber de faire un traité de géologie générale, on nous permettra de nous borner, dans cette seconde partie, à la justification de certains points auxquels nous attachons plus d'importance. Ils se réduisent à cinq.

Et d'abord faudra-t-il de longs discours pour démontrer qu'à l'époque relativement primordiale de la formation houillère, les continents, qui ne venaient que de surgir, n'avaient encore ni l'extension ni l'assiette qu'il ont acquises aujourd'hui ?

L'étude de la période primitive et du commencement de l'ère primaire signale l'apparition de massifs éruptifs sans doute élevés, mais qui doivent attendre l'action érosive de l'atmosphère et des eaux pour s'étendre et se fondre en masses continentales.

Ce fait justifie par lui-même la conception du relief accentué des terres émergées de l'époque houillère, et des conclusions qui en sont déduites. Car un massif relativement élevé qui manque d'ampleur doit présenter des versants abrupts, nourrissant des eaux plutôt actives.

Mais de là découle une autre de nos hypothèses qui peut-être se trouve plus rarement exprimée.

La terre ferme couvrant moins d'espace, les océans en couvrent davantage, et partant leur profondeur diminue. Diminution qui, malgré l'énorme différence de densité entre l'eau liquide et sa vapeur, se trouve cependant

accrue par l'extraordinaire humidité de l'air. Car une énorme enveloppe de brouillards et de nuages entourait la terre à l'époque carboniférienne. Et l'atmosphère était capable d'une forte saturation, à cause de la chaleur encore rayonnante de la terre et de la chaleur obscure du soleil retenue captive par les nuages mêmes.

Ce terme de l'évolution physique du globe établi, examinons les points essentiels de la formation par transport que nous n'avons fait qu'affirmer plus haut.

Vouloir que les plantes aient crû à la place même où l'on trouve aujourd'hui leurs restes à l'état de houille, ce serait tenir peu compte des faits. On doit à M. Grand'Eury de savoir que l'accumulation des débris végétaux posés à plat, tel qu'on le voit dans la houille du Plateau Central, ne peut être que l'œuvre évidente de l'eau courante.

Contesté pour les formations marines, ce même fait a été confirmé par M. Renault pour le bassin anglo-westpalien, s'il se peut avec plus d'évidence. En effet, la houille de ces gisements présente au microscope – et même quelquefois à l'examen macroscopique — une pâte amorphe. Ce sont les matières ulmiques minéralisées et qui contiennent, comme en suspens, des débris de plantes aussi houillifiés mais encore reconnaissables. La pâte amorphe, c'est la « purée végétale » de Saporta, déjà préparée au pied des forêts houillères ; et les débris sont les organes végétaux plus résistants, ou simplement mieux conservés, témoignant par leur état fruste et déchiqueté des dégradations propres à un charriage long et violent.

Il y a dans notre bassin belge un autre fait, témoin manifeste d'un transport, d'après M. Briart lui-même (1). C'est la présence de cailloux roulés et de galets dans les couches de houille.

De nombreuses et récentes trouvailles nous persuadent

(1) A. Briart. *Op. cit.*, pp. 840 et 841.

de plus en plus qu'on amoindrit (1) la fréquence, et partant la portée du phénomène. Il n'est pas d'une rareté exceptionnelle, et peu d'horizons en sont dépourvus. Seulement il faut une observation patiente, qui ne prenne pas trop vite toute pierre pour des concrétions de pyrite ou de sidérose. Et encore des études ultérieures pourraient-elles bien donner une signification géogénique analogue à celle des galets proprement dits, à ces concrétions elles-mêmes.

Les circonstances nous obligent de toucher ici un mot des *troncs-debout*, si souvent et si triomphalement invoqués par les partisans de la formation sur place.

Nous appelons ainsi des végétaux occupant la station verticale par rapport au sens de la stratification. *A priori*, nous le voulons bien, l'argument semble décisif. Mais le raisonnement *à priori* est en contradiction avec les faits.

Nos observations nous ont montré que beaucoup, disons même la plupart des *troncs-debout*, des bassins houillers de Belgique, sont plutôt en faveur de la formation par transport.

Jamais ni la cime, ni la souche du végétal ne pénètre dans la *veine*. C'est ordinairement le lit de roche charbonneuse, que le mineur appelle *faux-toit* ou *faux-mur*, qui arase et délimite nettement les cylindres des arbres pétrifiés. Elles sont même rares les souches du *mur* qui semblent adhérer à leurs racines. Nous n'avons pu signaler que deux cas assez concluants (2), tandis que tous les autres présentent des caractères irrécusables de transport.

Une découverte récente semblait promettre un appui

(1) G. Schmitz, S. J. *A propos des cailloux roulés du houiller*. BULL. DE LA SOC. GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE, t. XXI, pp. LXXI-LXXV.

(2) G. Schmitz, S. J. *Une souche d'arbre au mur d'une couche*. ANN. DE LA SOC. SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, t. XIX, 1re partie, pp. 21-25. — Idem. *Trois souches d'arbre au mur de la veine Castagnette*. ANN. DE LA SOC. GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE. Procès-verbal du 16 février 1896, pp. LXXI et LXXII.

nouveau et sérieux à la formation sur place. Il s'agissait de trente-trois *troncs-debout* répartis environ comme le ferait la nature pour permettre aux arbres de vivre et de s'épanouir.

Cela même n'a pas suffit. Un examen attentif a montré à l'évidence, et nous avons en l'honneur de le développer devant l'Académie des sciences (2), que ces arbres ne se trouvent pas à la place où ils ont vécu.

Le second point capital de la formation par transport, mis en lumière par les belles études de M. Fayol, c'est que les débris végétaux mettaient fort peu de temps à se changer en houille.

La rapidité de la transformation se trouve naturellement déduite de l'existence de cailloux de houille, et de houille bien constituée, appartenant à la base même de la série dont le conglomérat occupe le sommet. Il faut bien, si cette houille de formation récente a été capable de supporter les violences que subissent les éléments constitutifs d'un conglomérat, il faut bien qu'elle ait atteint l'état de sédiment parfaitement minéralisé avant son arrachement et son voyage violent.

M. Renault comprit l'importance de la conclusion, et s'attacha à montrer que la macération qui se fait dans la vase des marécages répond aux exigences de la chimie. Car la fermentation microbienne de la matière végétale tendrait à appauvrir la cellulose en acide carbonique et en hydrogène proto-carboné. Commencée dans l'eau, cette macération se serait perfectionnée après le dépôt et se serait achevée par la déshydratation, grâce à la porosité des sédiments qui comprimèrent le lit végétal.

Est-il douteux, après cela, que la science nous permette, pour le moins, de raccourcir les siècles que la formation sur place nous obligeait à aligner par milliers?

(1) G. Schmitz, S. J. *Un banc à troncs-debout aux charbonnages du Grand-Bac.* BULL. DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE.

La houille mérite donc d'être appelée une alluvion proprement dite, aussi bien en considération de son charriage qu'eu égard à son enfouissement simple et rapide.

On nous en voudrait à bon droit si nous omettions de signaler ici — ne fût-ce qu'en passant — que M. Fayol recourut, pour le triomphe de sa cause, à une arme de choix : l'expérience. Elle le paya largement de ses peines en confirmant jusqu'aux moindres détails de sa conception.

Passons au troisième fait.

Dans une savante analyse des théories qui se disputent la vérité sur la formation de la houille, M. Firket (1), ingénieur en chef-directeur des mines, reproche à M. Fayol de ne pas « expliquer suffisamment le degré de séparation, assez imparfait cependant, qui existe entre les matériaux constituant les différentes strates ».

Nous ne saurions nous associer à cette critique.

D'abord notre persuasion est que, dans le houiller pas plus que dans tout autre terrain, la transition d'un sédiment à un autre n'est pas ordinairement brusque. Il est rare, n'est-il pas vrai, de voir un banc de grès, nettement caractérisé, reposer immédiatement sur un banc de schiste proprement dit. Règle très générale, la roche passera graduellement par diverses nuances intermédiaires, avant de s'arrêter franchement au facies nouveau, si minces d'ailleurs que vous supposiez leurs bancs.

Ce fait des passages sans transition quelconque, les « *saltus* » de Linné, est une anomalie dans la nature entière, aussi bien organique qu'inorganique. Faudrait-il donc demander à une théorie générale l'explication d'un fait qui ne peut être qu'exceptionnel ? Car il est même exceptionnel pour les lits de houille. L'étude faite sur

(1) A. Firket. *L'Origine et le mode de formation de la houille.* Extrait de la REVUE UNIVERSELLE DES MINES, 3e série, t. XXVI, p. 39.

place de quantité de couches, grandes et petites, ne nous a amené que rarement et localement à constater le contraire.

D'ailleurs le classement des matériaux par l'eau courante ne saurait, dans les conditions ordinaires, séparer nettement chaque espèce de roche par une ligne mathématique.

Quand la position normale d'une couche est connue, le mineur donne le nom de toit au banc rocheux qui repose sur elle et celui de mur au banc qui la supporte. Eh bien, ce qui trompe, pensons-nous, dans l'appréciation du phénomène, c'est le décollement que présente l'ensemble du lit charbonneux par rapport aux bancs encaissants. A considérer nos observations de tout à l'heure, ce décollement ne proviendrait pas du mode de formation.

Plusieurs hypothèses se sont offertes à nous ; voici celle qui a notre faveur pour le moment. Les gaz qui se dégagèrent par l'achèvement de la formation de la houille ne purent, par leur constitution moléculaire, rester inactifs dans leur prison. Pris entre des roches difficilement perméables, sous des pressions et des températures variables et souvent croissantes, leur nature même dut les mettre en mouvement. Cette action pourrait fort bien expliquer l'arasement apparent des couches de houille ; d'autant plus qu'il est compliqué d'une remarquable polissure des parois, dont l'explication ne pourrait pas se trouver dans le seul frottement des roches. Ce poli des parois se remarque encore sur les lèvres des cassures relativement anciennes. D'ailleurs, tout saturé d'hydrocarbures gazeux impatients de trouver quelque issue, l'horizon houiller est bien fait pour appuyer cette supposition.

Après tout cela, Messieurs, vous vous étonnez, sans doute, qu'admirateur et partisan de la théorie de M. Fayol, nous ayons évité avec tant de soins d'employer le terme de delta.

C'est qu'il y dans les bassins houillers belges un fait sur lequel nos observations nous ont ramené à diverses reprises, et que nous ne parvenons pas, malgré nos efforts, à mettre en harmonie avec la théorie des deltas. Ce fait, c'est que « la flore caractéristique et ordinaire du mur des couches de houille est constituée par la *Stigmaria* (1) ».

La *Stigmaria* est, tout le monde en convient, un organe végétal souterrain ; les uns la gratifient d'une vie autonome, les autres l'attachent au tronc des Lycopodinées de l'époque.

« Ces rhizomes caractéristiques, et uniquement caractéristiques du mur des veines, y sont manifestement *in situ*, c'est-à-dire qu'ils serpentent naturellement à travers la boue pétrifiée, portant toujours leurs radicelles divergeant bien parallèlement en tous sens autour » de l'axe. « Nous croyons devoir conclure que ces racines qui, pétrifiées, semblent encore en quête des sucs nourriciers, sont les témoins irrécusables de périodes de formation sur place (2). »

Les faits encore nous obligent à croire cette formation sur place plus étendue et plus accusée que M. de Lapparent semble nous l'accorder. Car les bancs à *Stigmaria* s'étendent sous la presque totalité des couches de houille. Ils le font même avec tant de constance qu'on les considère couramment comme les avertisseurs infaillibles de la présence des lits de combustible. Bien plus, grâce à l'apparition de ces végétaux au toit d'une couche, il nous est arrivé maintes fois de reconnaître la proximité même accidentelle d'une autre couche, qui souvent ne mesurait que quelques centimètres.

Précisons cependant : nous ne voulons nullement étendre

(1) G. Schmitz, S. J. *Le Mur des couches de houille et sa flore.* ANN. DE LA SOC. GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE, t. XXII, p. 17.

(2) G. Schmitz, S. J. *A propos des cailloux roulés du houiller.* ANN. DE LA SOC. GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE, t. XXI, p. LXXV.

la formation sur place aux sédiments où serpentent ces rhizomes. Comme aux autres sédiments stériles, nous leur reconnaissons la formation par apport. Nous prétendons seulement que tout semble indiquer que les *Stigmaria* ont vécu de leur vie là où nous les trouvons, dans les conditions décrites plus haut.

Voici notre perplexité qui s'accroît.

Tout en trouvant un peu rigoureuse la critique que M. de Lapparent fait des ruissellements complaisants de M. Grand'Eury (1), nous croyons toutefois devoir nous y rallier pour le fond.

Mais si, de ce chef, nous n'admettons pas les conditions lagunaires des bassins houillers, force nous sera d'en venir aux deltas de M. Fayol. Et que deviennent alors nos formations sur place ?

A moins d'admettre que les *Stigmaria*, ces végétaux mystérieux, se développaient sous les eaux, dans les sédiments rejetés sur les cônes des deltas (2) ; ou bien de croire que des îles entières, de plusieurs hectares de surface, descendaient le cours majestueux des Amazones ou du Mississipi carboniériens, retenant ainsi autour des racines la boue nourricière !

Ces deux suppositions sont peu défendables, sans parler de l'invraisemblable dimension des îles charriées (3).

(1) A. de Lapparent. *L'Origine de la houille*, pp. 19 et 20.

(2) Cette supposition est improbable à un autre titre. D'après elle, les bancs à *Stigmaria* seraient les témoins des périodes de repos pour l'activité alluvionnelle. La période d'activité suivante aurait donc dû agir à l'encontre des lois de la densité, puisqu'elle aurait déposé au bas de son apport la houille, c'est-à-dire l'élément le moins dense.

Nous ne pouvons nous le dissimuler : notre propre manière de voir rencontre une objection analogue, ou du moins elle oblige à un départ peu naturel entre l'alluvion végétale et l'alluvion minérale.

De récentes observations, espérons-nous, seront bientôt confirmées et nous permettrons de fixer le point difficile de la théorie géogénique du houiller.

(3) G. Schmitz, S. J. Ann. de la Soc. scientifique de Bruxelles, t. XVIII, 1re partie, pp. 109-111.

Il faut savoir que les bancs à *Stigmaria* ne sont autre chose que le *mur* géologique des couches de houille. Or, celui-ci se trouve la plupart du temps immédiatement en dessous d'un lit charbonneux. Superposition stratigraphique qui nous obligerait donc de croire que le classement rigoureux, qui s'opérait dans le delta, amenait toujours mathématiquement ce genre de roches à la limite de la houille, si peu puissante qu'elle fût, et de tout autre sédiment.

Contredite souvent en fait, cette densité également complaisante se réfute d'elle-même *à priori*.

Une ingénieuse supposition, dont M. Firket (1) a doté la géologie belge, nous rendrait ici un signalé service en conciliant sans trop d'efforts les deux tendances de nos vues théoriques. Elles s'honoreraient ainsi d'un nouveau lieu de parenté.

M. Firket explique l'existence de la faille eifélienne par celle d'une fracture plus ancienne à laquelle elle se serait superposée pour en continuer l'œuvre (1re hypothèse). La faille silurienne du Champ-d'Oiseaux, inverse à la première, serait, comme elle, ancienne, et en rapport avec la fracture profonde (2me hypothèse). Enfin à cette dernière s'ajouteraient une série de failles parallèles semblables à elle pour l'âge et pour l'action (3me hypothèse).

Ce système de failles pourrait expliquer assez aisément un mouvement sur une bonne partie du bassin franco-belge, mouvement que la théorie règlerait selon ses besoins.

Seulement force nous est d'avouer qu'il nous sourit peu de nous mettre à l'abri d'un édifice construit sur le sol trop mouvant des hypothèses multipliées. Avant de nous y hasarder, nous voudrions voir repérer ces conjectures par quelques points sur la longueur du bassin westphalo-anglais, qui semble avoir joui de conditions de formation fort analogues. Confirmation qu'il sera sans doute difficile

(1) A. Firket, *op. cit.*, pp. 42 et suiv.

d'établir après les belles et récentes études de M. le chanoine de Dorlodot (1).

D'ailleurs nous avons quelque difficulté pour y adhérer même localement.

La faille eifélienne est-elle, oui ou non, contemporaine de la formation houillère ?

Antérieure, elle ne peut l'être, si ce n'est par l'aptitude qu'elle a eue de se former, grâce à la fracture profonde *supposée* par M. Firket.

Si elle est, à proprement parler, contemporaine, et si sa marche suit à point nommé l'accumulation des sédiments houillers, comme le plateau de balance s'infléchit sous la charge croissante, il y a deux alternatives.

Ou bien les strates se sont déposées presque à plat, et alors nous ne saisissons plus les formes qu'elles ont prises en vertu du mouvement orogénique subi postérieurement à leur dépôt horizontal. Ou bien ces strates ont affecté une forme plus compliquée, celle d'une cuvette, par exemple ; ce que justifierait difficilement le régime côtier. Il semble donc qu'il nous reste à considérer la faille eifélienne, sauf démonstration plus péremptoire, « comme postérieure à l'achèvement des dépôts houillers », et comme résultant du grand mouvement qui les a eux-mêmes plissés.

Nous venons de nous enlever à nous-même notre dernière planche de salut.

Au point actuel de nos observations, il n'y a qu'à avouer l'impossibilité où nous sommes de préciser davantage les conditions de la formation par transport, pour les concilier avec les preuves, pour nous manifestes, de formation sur place.

(1) Chan. H. de Dorlodot. *Recherches sur le prolongement occidental du silurien de Sambre-et-Meuse et sur la terminaison orientale de la faille du Midi.* ANN. DE LA SOC. GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE, t. XX, pp. 408 et suiv.

Dans une question de cette envergure, qui nécessite l'étude détaillée de tant de phénomènes complexes, nous ne croyons pas qu'on puisse nous reprocher de n'avoir pas encore la clef de tous les secrets.

Toutefois, il ne nous semble pas qu'il faille faire fi d'hésitations fondées en fait, et suivre en moutons de Panurge les enseignements de quelque école que ce soit. D'ailleurs, nous en avons l'espérance, des efforts mêmes que nous faisons pour aller, sans parti pris, contre vent et marée, viendra pour la vraie théorie un temps d'autant plus serein de triomphe.

Je viens de faire, Messieurs, de la formation sur place ; à vous maintenant de confirmer la fécondité réelle de l'active nature, et de faire de la formation par transport. Imitez l'action des fleuves carbonifériens, recueillez les faits nombreux et précis, macérez-les dans les eaux généreuses de l'étude, et édifiez une œuvre définitive en l'honneur de la science et de Dieu son auteur.

G. Schmitz, S. J.

---

# LES RAYONS X (1)

L'histoire des sciences physiques ne présente guère d'exemple d'une émotion semblable à celle qui saisit le monde savant et le public à l'annonce de la découverte du Dr Röntgen. Bientôt après sa communication à la Société médicale de Wurtzbourg, au lendemain surtout de la présentation de ces étranges photographies à l'Académie

(1) Conférence faite à la Société scientifique de Bruxelles, dans son assemblée générale du mardi 14 avril 1896.

Je tiens à remercier immédiatement mes dévoués et habiles collaborateurs.

Le R. P. Schaffers m'a prêté le concours le plus précieux et le plus assidu dans mes essais à notre laboratoire de Namur. En somme, ces expériences sont autant son œuvre que la mienne. A la conférence même, il s'est acquitté de son modeste rôle de préparateur avec un zèle et une précision admirables.

Les RR. PP. Thirion et Van Tricht ont bien voulu se charger des projections et les ont exécutées avec une perfection digne de leur talent. Un bon nombre des cathodographies ont été faites par le R. P. Thirion ; les clichés d'étincelles sont dus au R. P. Van Tricht.

Mes remerciements aussi à M. le Dr J. de Nobele pour le gracieux prêt de plusieurs diapositives très intéressantes.

Je ne dresserai pas ici la liste des ouvrages auxquels j'ai eu recours pour la rédaction de cette conférence. Elle remplirait plusieurs pages. A l'occasion de tel ou tel point particulier, je donnerai de brièves indications. Ici je signalerai seulement les articles publiés par la REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES, dans ses numéros des 30 janvier, 20 février et 15 mars ; et, tout spécialement, les deux articles de M. C. Raveau, préparateur à la Sorbonne : *Les Rayons X*, MONITEUR SCIENTIFIQUE QUESNEVILLE, 4e série, t. X, pp. 161-171, mars ; — *Les Faits nouvellement acquis sur les rayons de Röntgen*, REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES, 15 mars, pp. 249-253. Ces deux derniers articles m'ont grandement facilité le travail de compilation.

On doit à M. C. Raveau, au sujet de la théorie des rayons X, une remarque du plus haut intérêt. Nous la signalerons en son lieu.

des sciences de Paris, les journaux quotidiens en portèrent la nouvelle aux quatre coins du monde.

D'ordinaire, les savants n'arrivent qu'avec peine à faire connaître aux profanes le fruit de leurs travaux et de leurs veilles et à leur communiquer une étincelle de leur enthousiasme. Ici, par un renversement singulier des choses, c'est dans les organes du monde politique que les paisibles travailleurs du laboratoire apprirent d'abord à connaître le nouveau mystère et puisèrent les premières indications nécessaires à leurs recherches. Ce fut, disons le mot, un ahurissement général, — auquel succéda une fièvre de travail qui, à en juger par l'abondance des problèmes énigmatiques qui se posent, ne prendra pas fin de sitôt.

L'astronomie, avec ses apparitions inattendues et ses phénomènes grandioses, semblait avoir le monopole des surprises émotionnantes. Elle doit désormais partager cette prérogative avec la physique. Elle doit même, en semblable occasion, lui céder le pas. Les phénomènes célestes sont simplement offerts de loin à notre observation, et souvent se soustraient sans retour à nos investigations avant que la lumière ne soit faite sur leur nature. La nouvelle étoile du Cocher qui, ces dernières années, fit tant de bruit dans le monde astronomique, s'est dérobée sans laisser aux observateurs le temps de pénétrer le secret de son apparition, de son éclat grandissant, de ses fluctuations, de son déclin. Au contraire, les agents physiques, plus à notre portée, saisis par la main curieuse de la science, soumis à ses combinaisons ingénieuses, peuvent être reproduits à volonté, étudiés dans des conditions variées, retournés, creusés, analysés, définis, enfin, l'énergie et l'habileté des travailleurs aidant, mis peu à peu à découvert : — peu à peu, car l'enthousiasme de la découverte ne doit point nous faire tomber dans l'illusion. Qui sait quand sera trouvée la clef de ce mystère désormais palpé tous les jours ?

Mais laissons ces considérations et, sans retard, passons à l'étude que nous nous sommes proposée.

Voici une ampoule de verre en forme de poire, semblable à très peu près à l'un de ces tubes que Crookes a rendus célèbres et presque vulgaires par de curieuses expériences. Avant de la fermer, on a épuisé l'air qu'elle renfermait d'abord en n'en laissant qu'une trace, un ou deux millionièmes de la masse primitive ; — en d'autres termes, on a réduit la pression à n'y être plus que d'un ou de deux millionièmes d'atmosphère. Ces petits nombres ne peuvent être saisis par notre imagination et ne lui disent rien de précis. Transformons notre énoncé : si le tube de nos baromètres, au lieu d'un mètre de hauteur, en avait 300, la colonne mercurielle, en occupant environ les 4/5, aurait $240^m$ de hauteur, et le millionième d'une pression mesurée par ces 240 mètres reviendrait à un quart de millimètre !

A travers les parois de l'ampoule passent, hermétiquement soudés, deux fils de platine courbés en anneau à l'extérieur et terminés à l'intérieur par un disque ou, ce qui vaut mieux, une cupule d'aluminium. A chacun de ces anneaux accrochons un fil métallique qui les mette en communication avec les pôles d'une source d'électricité à grande différence de potentiel (machine électrostatique de Wimshurst, par exemple, bobine d'induction de Ruhmkorff, transformateur de Tesla). Dès lors, cupules d'aluminium et fils de platine intérieurs à l'ampoule deviennent des *électrodes*, c'est-à-dire des points d'entrée et de sortie pour le courant. Le flux électrique étant censé marcher du pôle positif vers le pôle négatif, nous appellerons *anode* ou, si l'on veut, porte d'entrée, l'électrode positive, et *cathode*, l'électrode de sortie ou négative.

La source d'électricité, avons-nous dit, doit avoir aux pôles une grande différence de potentiel. Cette condition est requise chaque fois que la décharge électrique se fait dans un milieu offrant à son passage une grande résistance.

Mais, de nouveau, de crainte que l'imagination effrayée par l'aspect insolite de cette expression de *potentiel* ne se trouble dès notre début, ramenons-la à une forme plus simple. Mettons le pôle négatif au potentiel zéro, ce qui se réalise physiquement en le reliant à la terre. La condition énoncée revient alors à ceci : nous aurons besoin, dans nos expériences, d'électricité sous très forte *pression;* le débit de notre source, la quantité d'électricité qui circulera dans nos conduites, ne devra pas être très considérable, relativement ; mais il faudra que le réservoir soit, équivalemment, à une hauteur très grande, que le courant presse énergiquement les parois des conduites et s'élance avec force des ouvertures que nous lui ménagerons.

Envoyons donc le courant à haute pression à travers notre ampoule. Immédiatement dans l'intérieur du tube apparaît une lueur faible, un pinceau de lumière violacée qui jaillit de la cathode vers la paroi opposée. Celle-ci, aux points frappés par l'effluve lumineux, devient fluorescente, ou mieux peut-être luminescente (1) ; elle prend une belle teinte vert pomme qu'elle conserve quelque temps après que le courant a cessé de passer.

Fixez votre attention moins sur le jet intérieur que sur la paroi illuminée. C'est là précisément, semble-t-il, aux différents points de cette plage verte que, dans le dispositif actuellement sous vos yeux, prend naissance le rayonnement mystérieux, les rayons X, comme on les a si

(1) La terme *fluorescence* a été défini d'une façon précise par Stokes. C'est la dégradation des vibrations éthérées d'une certaine fréquence en vibrations de fréquence moindre : par exemple, des radiations ultra-violettes en radiations violettes. Les radiations spectrales subissent cette dégradation quand elles tombent sur des substances appelées *fluorescentes,* comme, par exemple, le sulfate de quinine.

On est loin d'employer toujours ce mot en conformité avec la définition de Stokes; nous nous accorderons nous-même parfois cette liberté.

E. Wiedemann a proposé la terme général de *luminescence* pour désigner l'ensemble des phénomènes phosphorescents et fluorescents sans en préjuger la nature précise.

justement appelés. Nulle dénomination jusqu'ici ne leur convient mieux. Elle fut proposée par le Dr Röntgen lui-même et maintenue par lui avec une rare modestie.

Au point où nous en sommes, nous pourrions définir grossièrement les rayons X : un agent qui, sous l'action de la décharge électrique dans une atmosphère très raréfiée contenue dans une ampoule de verre, prend naissance sur la paroi aux points frappés par le jet cathodique.

Afin d'en avoir une idée plus distincte et de rencontrer, chemin faisant, divers phénomènes intimement liés à notre sujet, rappelons brièvement les *caractères de la décharge électrique dans les gaz*.

*Décharge dans l'air libre.* — Soit donc une source électrique à haut potentiel, une machine d'induction de Voss par exemple, armée de ses condensateurs ordinaires, c'est-à-dire de petites bouteilles de Leyde réunies aux deux pôles. Mettons-la en mouvement et écartons les boules polaires. Aussitôt des étincelles éclatent nombreuses, rectilignes si la couche d'air à traverser ne dépasse pas deux ou trois centimètres. La distance entre les boules devient-elle plus considérable, l'étincelle ne suit plus, d'ordinaire, le chemin le plus court ; elle suit le moins résistant, et prend la forme en zig-zag habituelle à l'éclair. Ces changements de direction si brusques et si capricieux en apparence sont probablement déterminés par la distribution des poussières dans l'air.

Jaillissant entre des pièces de monnaie, la décharge amène aux divers points du relief de l'empreinte de petites lueurs qui permettent de reconnaître la pièce et d'en obtenir la photographie (Latchinoff et Moniusko, 1888).

Quels sont les agents de ces impressions photographiques ? Il serait difficile de le dire d'une façon précise et complète. La lumière ordinaire intervient certainement ; une influence électrique s'y ajoute, on n'en peut guère douter ; peut-être les rayons X eux-mêmes n'y sont-ils pas

absolument étrangers. Le phénomène est d'une complexité inextricable dans l'état actuel de nos connaissances.

Enlevons à la machine ses petites bouteilles de Leyde. La décharge prend un caractère nouveau, et nous obtenons des aigrettes filamenteuses, arborescentes et en barbes de plume.

*Décharge dans les gaz raréfiés.* — Dans les expériences indiquées à l'instant, le flux électrique jaillissait *à l'air libre.* Mais écartons davantage les pôles de la machine et mettons-les, au moyen de fils métalliques ou de chaînettes, en communication avec les électrodes d'un tube où l'on peut faire le vide, soit, par exemple, avec les deux boules de l'appareil classique appelé *œuf électrique* ou avec les fils d'un tube de Geissler non fermé. Un tuyau de caoutchouc relie cet espace limité à la machine pneumatique. Celle-ci étant mise en marche, diminuant la pression dans le tube, l'étincelle acquiert, pour une même différence de potentiel ou une même pression du fluide électrique, une longueur plus considérable ; ou bien inversement, pour une longueur d'étincelle donnée, la différence de potentiel nécessaire décroît comme la pression du gaz et dans la même proportion (Harris, 1834). Voilà du moins ce qui se passe pour des pressions comprises entre 76 cm. de mercure (pression barométrique moyenne) et 28 cm. Lorsque la pression s'abaisse au-dessous de 28 cm., la différence de potentiel nécessaire pour produire l'étincelle est plus grande que ne l'indique la loi de Harris (1).

(1) Gordon, PHILOSOPHICAL MAGAZINE, Sept. 1878, p. 185. Résumé dans J. E. H. Gordon, *Traité expérimental d'électricité et de magnétisme*, traduction française de J. Raynaud, t. II, pp. 121 et suiv. — Baille. *Mesure des potentiels explosifs dans différents milieux.* ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, 5e série, t. XXIX, pp. 181-194 ; et JOURNAL DE PHYSIQUE, 2e série, t. III, p. 503.

A la rigueur, il faudrait distinguer l'étincelle de l'aigrette ; ce ne sont pas deux formes différentes d'un même phénomène, elles ne suivent pas les mêmes lois. Baille, *Mesure des potentiels correspondant à des distances explosives déterminées*, JOURNAL DE PHYSIQUE, 2e série, t. I, pp. 169-173.

D'ailleurs, déjà lorsque la colonne mercurielle du manomètre indicateur de la force élastique du résidu gazeux est à une hauteur voisine de 38 cm., l'aspect de la décharge se modifie considérablement. Tout le gaz contenu dans le tube devient lumineux, et si on examine cette lumière au spectroscope, on la voit décomposée en un certain nombre de raies brillantes qui forment le spectre caractéristique du gaz renfermé dans le tube. Cette observation — qu'on nous permette ces deux mots de parenthèse — a été le principe des étonnantes recherches d'astrophysique qui nous ont fait connaître la constitution des corps célestes, la rapidité de leur vitesse d'approche ou d'éloignement par rapport à nous, le sens et la grandeur de leur vitesse de rotation sur eux-mêmes, etc.

La raréfaction étant amenée à un ou deux millimètres de mercure, comme cela est réalisé dans les *tubes de Geissler*, on est témoin, au moment du passage de l'électricité, du phénomène d'Abria, ou de la *stratification de la lumière*. Autour de la cathode se montre une auréole violette, et de l'anode se propage une lueur rose ou purpurine divisée en strates ou couches agitées d'un léger tremblement. Cette lueur striée peut remplir *presque* tout l'espace intermédiaire entre les deux pôles ; mais toujours un intervalle obscur la sépare de l'enveloppe lumineuse de la cathode.

Plusieurs savants, parmi lesquels il faut citer Gassiot (1860), Spottiswoode (1875-76), Warren de la Rue et Müller (1877), et enfin Fernet (1880), ont beaucoup étudié ce phénomène curieux, sans réussir pourtant à en fournir une explication satisfaisante ; sa nature intime est encore actuellement inconnue (1).

(1) Gassiot, PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY, t. X, pp. 6 et 393, 1859-60.— Spottiswoode, IBID., t. XXIII, p. 435 (1875) et t. XXV, p. 73 (1876). — Warren de la Rue et Müller, PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS, Part I, t. CLXIX, p. 55 et p. 155. — Fernet, COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, t. XC, p. 680 (1880).

Une circonstance des phénomènes présentés par les tubes de Geissler plus intéressante à notre point de vue, c'est la vive *illumination des substances fluorescentes* placées dans le tube ou à son contact. Si, par exemple, une partie de ce tube est immergée dans une solution de sulfate de quinine, de fluorescéine, etc., ou si le verre lui-même de la paroi est coloré avec de l'urane, ces substances brillent de leurs couleurs caractéristiques quand le tube est sillonné par l'étincelle électrique. Elles deviennent, nous le verrons, l'origine d'un rayonnement capable de traverser les corps opaques à la lumière.

Observons qu'une seule des deux boules qui terminent le tube est fortement illuminée : c'est celle qui est reliée au pôle négatif de la machine, c'est la boule cathodique. Si l'on renverse les pôles, l'illumination apparaît à l'extrémité qui d'abord était relativement sombre.

Nous arrivons aux *tubes de Crookes*. Si Crookes ne fut pas le premier à signaler les phénomènes d'ordre spécial dont nous allons parler, au moins eut-il le mérite d'en découvrir plusieurs indépendamment des recherches antérieures, de donner à leur reproduction un éclat tout particulier et d'en vulgariser la connaissance. Il fut l'auteur non de leur première découverte, mais, pourrait-on dire, de leur découverte *utile* (1).

Dans les tubes de Geissler, le vide était fait à deux ou trois millimètres de mercure. Il nous faut maintenant des ampoules bien plus parfaitement évacuées, ne conservant

(1) En Allemagne, dès 1879, Hittorf avait étudié les phénomènes produits par la décharge dans les gaz très raréfiés. *Ueber die Elektricitätsleitung in Gasen*, POGGENDORF'S ANNALEN, t. VII (1880). Goldstein fit des recherches sur le même objet (*Untersuchungen über die electrische Entladung in Gasen*, Berlin, 1880).

Mais les travaux de Crookes furent faits indépendamment des observations antérieures (ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, 3e série, t. XIX, p. 195; PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY, t. XXVIII, pp. 103, 347. PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS, t. VI, p 11, 1879; JOURNAL DE PHYSIQUE, t. IX, pp. 30, 37 et 164).

qu'un quatre millième ou un cinq millième de l'air résiduel ; en un mot et suivant l'expression consacrée, nous avons besoin du *vide de Crookes*, un ou deux millionièmes d'atmosphère.

Une machine pneumatique ordinaire, aussi perfectionnée qu'on voudra bien l'imaginer, est incapable de nous fournir pareil résultat. Même avec le dispositif de Babinet, l'espace nuisible nous arrêterait bien avant cette limite. Nous recourrons aux pompes et aux trompes à mercure. Ces machines, dont les principes sont dûs à Geissler et à Sprengel, n'ont pas d'espace nuisible, seulement leur fonctionnement est extrêmement lent.

Si, à l'aide de ces instruments, on réduit la pression dans un tube de Geissler, les stratifications qui émanent du pôle positif se retirent graduellement, et l'enveloppe violette relativement obscure de la cathode s'étend de plus en plus jusqu'à remplir toute l'ampoule. Elle atteint les parois, et là où elle rencontre le verre, — verre ordinaire cette fois, non préalablement coloré par de l'urane, — se développe une luminescence remarquable dont on peut d'avance déterminer la forme et l'étendue. En chaque point de l'électrode négative ou cathode, menons des perpendiculaires à sa surface : nous formerons un faisceau de droites qui marche vers la paroi et y découpe une région déterminée ; c'est cette région qui devient phosphorescente dès que l'électricité passe. Sur chaque droite chemine un *rayon cathodique*, et *la luminescence que ces rayons excitent dans le verre* est précisément la *première propriété* que nous avons à leur attribuer. Nous l'avions signalée dès l'abord de cet article, mais son importance est telle qu'il convenait de la rappeler et de la préciser.

Répétons-en la démonstration expérimentale. Voici un tube à vide spécialement construit pour la production des rayons X. Il est en verre incolore, il a la forme d'une poire calebasse. L'électrode destinée à servir de cathode se

trouve à la petite pointe ; l'anode est dissimulée dans un appendice latéral, de façon à ne pas intercepter le rayonnement cathodique. De chacun des points de la cathode partent les rayons qui viennent frapper la paroi opposée et y produisent une luminescence vert pomme.

Donnons à la cathode la forme d'une portion de cylindre droit de révolution : les normales se coupent en un foyer commun situé sur l'axe du cylindre et divergent au delà. L'enveloppe inférieure du faisceau de rayons rencontre la paroi suivant deux arcs d'ellipses rendus visibles par la luminescence.

La teinte de cette luminescence varie avec la composition du verre : le verre d'urane, déjà naturellement verdâtre, devient vert foncé ; le verre anglais et le verre d'Allemagne fusible, qui n'ont par eux-mêmes aucune teinte sensible, s'illuminent le premier en bleu violet, et le second en vert pomme.

Un *second caractère* des rayons de cathode est *l'impossibilité où ils sont de dévier spontanément de la ligne droite*. Se présente-t-il sur leur route un angle à contourner, ils s'arrêteront plutôt que de modifier la direction de leur trajectoire. Bien différente était la marche des phénomènes lumineux dans les tubes de Geissler : nous les avons vus suivre docilement tous les méandres des tubes où passait l'étincelle et produire ainsi de très jolis effets. Ici, au contraire, au premier détour imposé par la forme du tube, refus absolu de passer outre.

Le tube en V muni d'une électrode à chaque extrémité sert à montrer cette propriété. Nous y lançons le courant. La branche reliée au pôle négatif, celle de droite, par exemple, devient vivement luminescente, l'autre reste presque complètement obscure. Si l'on renverse le courant, la cathode passe à gauche, la branche de gauche est luminescente, celle de droite perd son éclat.

Mais si la propagation naturelle des courants de cathode se fait suivant une droite rigide et normale au point de l'électrode dont ils émanent, il s'en faut de beaucoup qu'ils ne puissent être détournés de ce chemin par une influence étrangère. Déjà sensibles à l'approche de la main, plus encore à celle d'un corps conducteur, *ils sont énergiquement déviés par l'action de l'aimant.*

Ce n'est pas que le flux électrique lancé par la cathode dans les gaz très raréfiés jouisse seul, à l'exclusion des autres sortes de décharges, d'une certaine sensibilité à l'égard des champs magnétiques. L'effluve qui, à l'air libre, accompagne l'étincelle, subit de la part d'un aimant placé dans son voisinage une action directrice très nette. Toujours ils se conduit en sa présence absolument comme le ferait un courant mobile, et il en est identiquement de même de l'effluve qui traverse un tube de Geissler.

S'agit-il au contraire des modifications subies par la lueur violette de la cathode, on observe, comme Plücker l'a montré, que cette lueur s'étend en une surface qui peint aux yeux l'ensemble des courbes suivant lesquelles s'exerce l'action des deux pôles de l'aimant sur les points lumineux (1).

Hittorf et Crookes ont étudié d'une façon très approfondie l'action de l'aimant sur la décharge dans les gaz très raréfiés. Le premier a résumé d'une façon élégante le résultat fondamental de ses observations : le rayon cathodique, dit-il, se comporte en face de l'aimant à l'égal d'un fil conducteur, mince, sans poids, primitivement rectiligne, parcouru par un courant, et qui ne serait fixé que par une de ses extrémités, celle qui est située sur la cathode. Le fil, sur le reste de sa longueur, obéit, mais à la manière d'un acier résistant, à l'action des forces qui s'exercent entre ses éléments et le pôle magnétique ; la position qu'il occupe par rapport à l'anode, qu'il en soit voisin ou

(1) Plücker. POGGENDORFF'S ANNALEN, t. CIII.

éloigné, importe peu. Au contraire, les rayons anodiques relient toujours l'anode à la lueur violette cathodique; leurs deux extrémités sont fixes et n'obéissent aux forces magnétiques qu'autant que cette liaison le permet.

Un appareil de Crookes montre facilement l'action de l'aimant sur les rayons cathodiques. Un diaphragme de mica où une fente a été découpée prélève sur ce rayonnement un faisceau laminaire qui tombe sur un écran fluorescent et y marque sa trace d'un trait bleu vif. Approche-t-on l'aimant du tube, la ligne de lumière se courbe sous l'influence magnétique et ondule, comme une baguette flexible, quand on fait varier la position de l'aimant.

Quelle est la *nature de ces étranges rayons cathodiques?* — Les caractères que nous avons décrits — et ils en est d'autres encore tout aussi remarquables — nous montrent que le gaz à cet état de raréfaction est doué d'un ensemble complexe de propriétés nouvelles, opposées à celles qu'il possède aux pressions supérieures. Est-ce encore un gaz purement et simplement, un vrai gaz, ou ne convient-il pas plutôt d'y voir un quatrième état de la matière, nettement différencié des trois états connus de tout temps : état *solide,* état *liquide,* état *gazeux?*

Crookes adopta cette dernière solution et crut en avoir fait la preuve. Reprenant une expression de Faraday, il donna à cette nouvelle manière d'être des corps le nom d'*état radiant*. Le caractère fondamental de cet état est, d'après le savant anglais, la liberté presque absolue des rares molécules laissées dans l'ampoule. Un certain nombre de molécules est nécessaire : car si la raréfaction est poussée au delà de certaines limites, tous les phénomènes disparaissent. S'il en reste le nombre voulu, l'énergie que leur communique la décharge éléctrique les transforme en de véritables projectiles dont les chocs

contre les parois ou contre certains corps renfermés dans le tube expliquent tous les détails des expériences. Telle est dans son principe la célèbre théorie du *bombardement moléculaire* (1).

Très attrayante par sa simplicité, cette explication recueillit d'abord un grand nombre d'adhésions. Mais bientôt les contradicteurs se levèrent pour combattre la théorie cinétique des phénomènes. L'Angleterre, sa patrie, lui resta fidèle; d'illustres savants, comme Kelvin et Stokes, se joignirent à Crookes pour la défendre. Sur le continent, en Allemagne surtout, elle trouva de rudes adversaires. Pour ceux-ci, l'hypothèse du bombardement était inutile; les mouvements vibratoires expliquaient tout.

Dans ces derniers temps, à la suite des recherches de Hertz et de son élève Lénard, de Wiedemann et de Ebert, de Jaumann, le débat s'est ranimé avec des succès divers. Après avoir pris carrément parti pour l'hypothèse ondulatoire, tel savant de grand mérite reconnaissait, peu de temps avant l'apparition des rayons X, que les phénomènes étaient, en apparence, contradictoires, et, qu'en fin de compte, la théorie des chocs n'était pas dépourvue d'arguments de grande valeur (2).

(1) Cette théorie, avec les expériences dont Crookes l'a étayée, a été exposée ici-même dans un article très intéressant dû à la plume d'un de nos plus habiles écrivains, le R. P. J. Thirion. Nous engageons vivement nos lecteurs à relire ces pages curieuses auxquelles les rayons X rendent une nouvelle actualité. (J. Thirion, S. J. *Les Mouvements moléculaires*, REV. DES QUEST. SCIENT., t. VII, pp. 5-56, janvier 1880).

(2) Ch.-Éd. Guillaume. *Les Rayons cathodiques*. LA NATURE, 22e année, 1894, 2e semestre, pp. 131-135, 24e ann., 1895, 1er sem., pp. 42-43.

Le livre intéressant et très documenté que le même auteur vient d'écrire sur les rayons X semble trahir encore un reste d'hésitation au sujet de la théorie des rayons cathodiques : *Les Rayons X et la photographie à travers les corps opaques*, par Ch.-Éd. Guillaume, docteur ès sciences, adjoint au bureau international des poids et mesures. Paris, Gauthier-Villars.

*Expériences de Hertz et de Lénard.* — Hertz avait établi que tous les corps n'étaient pas absolument opaques aux rayons cathodiques, et que ceux-ci traversaient, par exemple, une très mince feuille d'aluminium baignée sur ses deux faces par une atmosphère très raréfiée. Lénard, plus hardi, tenta de faire sortir ces rayons du vide de Crookes dans l'asmosphère. Dans la paroi terminale d'un tube à vide il pratiqua une fente très étroite fermée par une feuille d'aluminium de 3 microns d'épaisseur (3 milliémes de millimètre). L'essai réussit, les rayons de cathode traversèrent cette cloison, pénétrèrent dans l'atmosphère et y subirent la diffusion. On put les comparer à la lumière tombant dans un milieu trouble, comme une fumée, ou de l'eau contenant un peu de lait.

Lénard employa, pour l'observation des rayons cathodiques au dehors des tubes où ils ont pris naissance, deux procédés commodes auquel nous aurons nous-mêmes à recourir. Le premier utilise la luminescence que ces rayons éveillent en particulier dans le pentadécylparatolylcétone appliqué en solution sur un écran de papier de soie ; le second emploie leur action sur les plaques photographiques. Ces deux influences sont perceptibles l'une et l'autre même après que les rayons cathodiques ont traversé l'aluminium sous épaisseur convenable, malgré toute son opacité à la lumière ordinaire.

Lénard obtint même des impressions sur une plaque sensible placée *dans une boîte d'aluminium entièrement fermée.* C'était presque la découverte de Röntgen. Il la frôla de bien près.

Les choses en étant là, on pouvait se demander si les rayons cathodiques ne traverseraient pas même la paroi de verre de l'ampoule. Et si déjà l'on avait cru pouvoir répondre négativement à cette question, et affirmer qu'un écran quelconque, même transparent, comme le verre, le mica, le collodion, pris sous l'épaisseur la plus réduite possible, arrêtait les rayons de cathode, les résultats très

inattendus de Hertz et de Lénard excusaient bien un certain doute et autorisaient un nouvel essai. On s'aiderait des deux moyens d'observation de Lénard : la phosphorescence, et l'impression des plaques sensibles.

Venons-nous de reproduire les réflexions qui conduisirent Röntgen à ses expériences et avons-nous trouvé la vraie genèse de sa découverte ? Ou bien celle-ci fut-elle le résultat d'un hasard presque fortuit ? Nous n'avons pu nous renseigner sur ce point.

*Recherches de Röntgen.* — Quoi qu'il en soit, de fait, ayant mis son laboratoire dans l'obscurité et enveloppé complètement de papier noir un tube de Crookes en activité, le professeur de Wurtzbourg en approcha un écran recouvert d'une substance fluorescente, le platinocyanure de baryum, et constata — nous laissons à penser avec quelle émotion — qu'il devenait lumineux. La fluorescence était encore sensible à deux mètres du tube, et la cause de cet effet n'était pas ailleurs que dans le tube lui-même. — Y avait-il là aussi un pouvoir actinique ? Des plaques photographiques ordinaires, des pellicules sensibles furent présentées au tube toujours caché dans son manchon ; le développement montra qu'elles avaient été atteintes.

Pourtant il ne fallait point encore se hâter. N'avait-on pas affaire à de simples rayons ultra-violets ? Dans ce cas, l'expérience restait curieuse, ses applications peut-être seraient importantes, mais, au point de vue des principes, elle était loin d'atteindre aux proportions étonnantes qu'elle a prises. C'était une extension, une généralisation de propriétés déjà reconnues ailleurs en partie.

Car, avec les rayons visibles, le soleil et les autres foyers nous envoient, dans la très grande généralité des cas, des radiations invisibles. Quand le prisme décompose le rayonnement d'un foyer dans les couleurs de l'arc-en-ciel, il rejette une partie de ces radiations invisibles à un

bout du spectre au delà du rouge : ce sont les rayons infra-rouges ; — les autres sont renvoyés à l'extrémité opposée, au delà du violet : ces dernières s'appellent radiations ultra-violettes.

Or, les rayons ultra-violets jouissent précisément de la double propriété signalée à l'instant dans les rayons X. Ils excitent la fluorescence, en particulier dans le platinocyanure de baryum, et impressionnent énergiquement les couches sensibles des plaques photographiques. Chose plus remarquable et nouveau point de contact, sinon preuve d'identité : un corps au moins, opaque à la lumière, l'argent, laisse passer les rayons ultra-violets sans les dépouiller de leurs propriété actiniques (1).

Les rayons X n'étaient-ils pas de *simples rayons ultra-violets* ordinaires?

La distinction fut facile à établir. Röntgen prit un carton dont il vérifia la parfaite opacité à l'égard des dernières régions spectrales de la lumière du soleil, de l'arc électrique, etc. Les rayons X le traversèrent sans grand affaiblissement. Un grand nombre d'autres substances agissaient de même. La preuve était donc faite. Plus récemment, en raison de sa grande importance, elle fut renouvelée par Nodon avec un arc électrique puissant. Ce rayonnement, très riche en radiations ultra-violettes, ne

(1) De Chardonnet, *Sur la transparence actinique de quelques milieux, et, en particulier, sur la transparence actinique des miroirs de Foucault et leur application en photographie.* JOURNAL DE PHYSIQUE, 2e série, t. I, p. 305, 1892.

D'une façon générale, transparence et opacité sont des propriétés essentiellement relatives. Pour s'exprimer correctement à leur sujet, il est requis de préciser la teinte ou, plus scientifiquement, la longueur d'onde des radiations reçues par le corps en expérience. Le cas de l'argent, que nous venons de citer, en est une preuve. Les photographes, pendant les opérations du développement des plaques impressionnées, etc., ne laissent pénétrer dans leurs laboratoires que de la lumière tamisée par un verre rouge rubis. La raison en est que ce verre est opaque aux rayons de réfrangibilité supérieure au rouge, ne laisse donc passer que la lumière rouge, et que celle-ci n'a qu'une action très lente sur les plaques sensibles.

put atteindre une plaque photographique à travers une enveloppe de papier que les rayons X traversèrent sans peine.

Mais les rayons X pouvaient bien être encore *une classe de rayons cathodiques* capables de traverser une notable épaisseur de verre. Hertz et Lénard n'avaient-ils pas prouvé que les rayons de cathode traversent tous les corps réduits en lamelles suffisamment minces, sans que leur opacité à la lumière ordinaire soit le moins du monde un obstacle ?

Röntgen signale une première divergence. *Le pouvoir absorbant des diverses substances à l'égard des rayons cathodiques et des nouveaux rayons est fort inégal.* L'écran fluorescent le montre. L'éclat de l'illumination varie à peu près comme l'inverse du carré de la distance qui sépare l'écran du tube à décharges : en langage ordinaire, cela veut dire que l'air absorbe très peu les rayons X, beaucoup moins que les rayons de cathode. La persistance de la luminosité de l'écran à deux mètres du tube en était déjà une preuve. Du reste, les autres corps se comportent comme l'air : tous sont plus perméables pour les rayons X que pour les rayons cathodiques.

Ce n'est là à tout prendre qu'une différence accidentelle, question de plus ou de moins. Un caractère plus tranché apparaît dans ce fait que *les rayons X ne sont pas déviés par les champs magnétiques même très intenses*, tandis que cette déviation est un caractère commun à *tous* les rayons cathodiques capables de sortir des tubes.

Nous restreignons notre proposition aux rayons observés *en dehors des tubes*. Une expérience de Goldstein nous y oblige. Ce savant réussit à tamiser le flux de la cathode à l'intérieur des tubes, et il montra qu'une partie du flux conservait sa propagation rectiligne en présence de l'aimant. Quant aux rayons cathodiques qui traversent la

fenêtre d'aluminium de Lénard et passent dans l'air ambiant, *tous*, nous le répétons, subissent l'action de l'aimant d'une façon indéniable, quoique à des degrés divers (1).

Voilà donc la distinction entre les rayons X et les rayons ultra-violets d'une part, et les rayons simplement cathodiques de l'autre, parfaitement établie. Cette fois, la position est franche, un nouvel agent physique a été reconnu, les limites de la science sont reculées, un terrain vierge est ouvert. Röntgen en fit la première exploration avec une ardeur et un soin admirables.

Ce n'est pas un fait vague et indéfini qu'il nous livre, une étude grossièrement ébauchée qu'il nous présente : c'est une œuvre certainement hâtée, afin de ne point soustraire à la connaissance du monde savant le secret trouvé, mais en même temps une œuvre fouillée et traitant d'une façon sérieuse la plupart des points intéressants.

En un mot, au nom de Röntgen reste désormais attaché le souvenir d'une grande découverte, d'une conquête bien assise, de l'occupation solide d'une nouvelle province de l'empire de la science. Le cadastre des moindres parcelles n'est pas établi, mais les principaux jalons sont posés, la carte a été dressée par le premier explorateur.

Notre but n'est pas ici d'écrire l'historique détaillé de la découverte et d'assigner à chacun des savants la part qu'il a prise : le moment n'en est pas venu. Contentons-nous donc de l'hommage général que nous venons de rendre à l'illustre professeur de Wurtzbourg et, sans nous attacher davantage à mettre en relief toute l'étendue de son rôle, esquissons les principaux résultats acquis.

(1) *Mémoire de Röntgen*, n° 11.— Le fait de la non-déviation des rayons X *non modifiés* par les champs magnétiques a été vérifié par A. Lafay. COMPTES RENDUS, 23 mars, p. 715. « *Non modifiés*, » voir plus loin.

Déjà nous avons décrit le *mode* ordinaire *de production des rayons X*. De nouvelles méthodes plus ou moins parfaites ont été signalées. Ainsi Violle et d'autres ont remplacé le tube de Crookes par une lampe à incandescence. Violle emploie comme source électrique le dispositif de Tesla, et remplace le tube de Crookes par une lampe de Gérard ou de Swan à luminescence verte. Il en actionne la douille, tandis que la pointe est reliée à une capacité quelconque ou à un point du circuit.

Un perfectionnement hautement désirable était la *réduction du temps de pose* nécessaire pour obtenir l'ombre photographique d'un objet plus ou moins opaque aux rayons X. Il est évident que ce temps dépend de nombreux facteurs : intensité de la source rayonnante, distance du tube à la plaque, ouverture du diaphragme, et, très spécialement, épaisseur et transparence des milieux à traverser.

Pour citer quelques exemples, Imbert et Bertin-Sans ont constaté que quelques secondes suffisaient aux rayons X pour produire un effet actinique sensible à travers des feuilles de papier noir et une lame de liège de deux centimètres d'épaisseur. Nous-même avons obtenu en 15 secondes le dessin de lettres découpées dans une feuille de laiton, à travers un sachet de soie caoutchoutée ; et il est évident que cette durée aurait pu être réduite de beaucoup. M. Seguy est pessimiste à coup sûr quand il estime que deux centimètres de tissus organiques exigent une heure de pose. Une main d'homme fait, que nous projetterons tout à l'heure, n'a demandé que 14 minutes avec un diaphragme de $18^{mm}$ d'ouverture, le tube étant à 12 centimètres de la plaque ; 12 minutes nous avaient déjà fourni une bonne cathodographie du même objet. Une main d'enfant de dix ans a été obtenue en 4 minutes.

Je ferai observer ici qu'à Namur, constamment, nous avons suivi la règle formulée, m'a-t-on dit, par Perrin, préparateur à la Sorbonne, un des savants qui sont occupés

avec le plus de succès des rayons X. Voici cette règle : Ne jamais faire travailler le tube plus de quatre minutes de suite : il se fatigue trop et son rendement baisse. A séparer chaque période de quatre minutes d'activité par une minute de repos, on ne perd pas de temps, au contraire : la durée totale de l'exposition se trouve diminuée.

Les *conditions du courant* envoyé dans le tube ont une influence marquée sur le temps de pose. En un mot, le courant doit être tel qu'il entretienne une belle phosphorescence du tube : c'est une question d'ampères et de volts et aussi de fréquence d'interruptions ou de réglage du trembleur ; il est difficile de préciser.

D'après J. Chappuis et E. Nugues, la substitution de l'*interrupteur Foucault* aux trembleurs métalliques fait tomber le temps de pose dans le rapport de 40 à 1. Ils ont obtenu ainsi des épreuves de main jusqu'à l'avant-bras (diaphragme $8^{mm}$; distance de la plaque au tube $15^{cm}$) en *une minute !* Ce résultat semble dû à l'instantanéité de l'étincelle de rupture dans l'alcool. Aussi quand l'alcool est envahi par une boue noirâtre, formée de bulles de mercure, l'étincelle pouvant se prolonger un peu davantage, le temps de pose augmente de 2 à 5 (COMPTES RENDUS, 30 mars, p. 777).

La puissance d'un tube de Crookes actionné par une bobine de Ruhmkorff à interrupteur Foucault n'augmente pas, pour une même intensité du courant mesuré dans l'inducteur fermé, en même temps que le nombre des interruptions. Du reste, il faut observer que quand le nombre des interruptions augmente, la longueur des étincelles de l'excitateur diminue. Il y a donc là deux phénomènes qui varient en sens inverse et qui tous deux influent sur le maximum de puissance du tube. Ce maximum dépend de la self-induction de l'enroulement induit, et les conditions nécessaires à sa production changent pour un même courant avec la bobine employée. L'expérience seule

permet donc de la déterminer (COMPTES RENDUS, 7 avril, p. 811).

Les courants de Tesla ont donné à M. Joubin des photographies en 30 secondes. S'il s'agit d'objets de difficulté moyenne, comme le squelette détaillé d'une main d'adulte, ce résultat est remarquable.

Malheureusement ce dispositif détruit rapidement les tubes. En outre, il gâte les ombres et les images cathodographiques à cause de l'existence de deux lieux cathodiques (S. P. Thompson).

*Concentration des rayons X au moyen des champs magnétiques.* — Un autre perfectionnement, dont l'idée se sera présentée à l'esprit de bien des chercheurs, est l'emploi d'aimants permanents ou d'électro-aimants dans le but de concentrer les rayons X et de réduire ainsi le temps de pose. Entendons-nous bien : il ne s'agit pas ici d'une action immédiate des champs magnétiques sur les rayons X ; nous savons parfaitement qu'il n'y en a aucune, aussi longtemps du moins que ces rayons n'ont pas été modifiés (voir plus loin). Nous voulons parler d'une action magnétique exercée sur les rayons cathodiques de façon à les concentrer sur une région restreinte et à condenser ainsi une grande partie du rayonnement total du tube.

Cette condensation réussit parfaitement. Par une disposition convenable des pôles magnétiques, on dévie les rayons cathodiques aux environs de la cathode, alors qu'ils ne sont pas encore notablement dispersés ; ou bien on accumule sur une petite plage ces rayons primitivement disséminés sur la calotte anticathodique. Dans les deux cas, on les dirige vers l'ouverture circulaire du diaphragme ; on augmente donc l'intensité sans diminuer la netteté (Meslin ; Imbert et Bertin-Sans ; Chappuis). Le temps de pose peut être réduit dans ces conditions dans le rapport de 8 à 5 (Chappuis).

On peut alors, dans les différentes expériences, utiliser successivement diverses régions du tube. Ce résultat constitue un second avantage qui a son importance; car lorsqu'on emploie toujours la même région, la tache qui était d'abord verte devient peu à peu jaunâtre, à cause d'un léger dépôt brun qui finit par rendre cette région inactive. Au contraire, en déplaçant très peu l'aimant, on peut utiliser chaque fois une partie nouvelle (Meslin).

Cependant la concentration des rayons cathodiques sur la paroi du tube a un inconvénient grave : elle peut amener la fusion du verre. Le remède à ce danger se trouvera dans l'emploi de l'anticathode de S. P. Thompson dont nous parlerons plus loin.

*Emploi des substances phosphorescentes et fluorescentes.* — Un progrès assez pratique, semblerait-il, est dû à Piltchikof. Il fait tomber les rayons cathodiques sur une substance contenue à l'intérieur du tube et plus fluorescente que la paroi du verre : la durée de pose est alors singulièrement abrégée.

Battelli et Garbasso ont fait une observation analogue. Ils y ajoutent ce résultat curieux : des substances fluorescentes placées derrière la plaque photographique permettent de raccourcir la durée de l'exposition (Comptes rendus, 9 mars, p. 603).

Basilewski (Comptes rendus, 23 mars, p. 270) croit avoir trouvé un autre perfectionnement. Il a appliqué immédiatement sur la couche sensible un écran de papier enduit de platinocyanure de baryum. Il pense avoir ainsi réduit le temps de pose. Les exemples qu'il donne ne sont pas tous convaincants : des pièces de monnaie en *trois minutes;* il n'y a rien de bien remarquable en cela. Ce qui est plus grave, c'est que G. Meslin avait réalisé l'expérience de Basilewski et observé une diminution manifeste de sensibilité au lieu d'un accroissement.

Ce dernier résultat est bien d'accord avec certaines idées théoriques fort caressées à cette heure et dont nous

dirons un mot à la fin de ce travail. Or, si ces vues sont les vraies, les rayons X n'éveillent la fluorescence qu'au prix de la dégradation de leur énergie vibratoire, et, conséquemment, semble-t-il, de leur pouvoir actinique. — Il ne faut cependant pas perdre de vue la curieuse découverte de Ch. Henry que nous allons rapporter tantôt.

Au surplus, il y a quelque temps déjà, le R. P. Thirion a fait et refait jusqu'à six fois une expérience dont l'étrange résultat est du même ordre que celui obtenu par Meslin. Sur un carton bristol est écrit avec du platinocyanure de baryum précisement le nom de cette substance. Le P. Thirion met cette écriture en contact immédiat avec la couche sensible d'une plaque rapide, enveloppe le tout de deux doubles de papier noir et expose aux rayons X. Au développement, on trouve toute la plaque impressionnée, *excepté* aux points de contact du cyanure et de la couche sensible ; or, chose bizarre, sous le rayonnement röntgénien le cyanure doit avoir été illuminé en jaune. Comment ces radiations de la portion moyenne du spectre visible n'ont-elles pas en plusieurs minutes agi sur la couche sensible d'une plaque rapide ? Cela est d'autant plus singulier que Battelli et Garbasso ont photographié directement, par les moyens ordinaires, l'écriture au cyanure illuminée par les rayons X, essai qui devait évidemment réussir. Mais pourquoi le curieux résultat obtenu par le R. P. Thirion ?

*Le sulfure de zinc phosphorescent.* — Ces recherches rappellent la découverte de Ch. Henry. Sur une plaque photographique, enveloppée de papier aiguille, plaçons un fil de fer, et sur ce fil une pièce métallique. Le tout, exposé au rayonnement d'un tube de Crookes, donnera l'ombre du fil de fer et celle de la pièce ; mais le fil ne se distinguera de la pièce que dans les portions par lesquelles il la déborde, et aux points communs les deux ombres se confondront l'une dans l'autre. Pourtant, si l'on

a eu soin d'enduire au préalable de sulfure de zinc phosphorescent la face *postérieure* de la pièce appuyée contre le fil, l'ombre de celui-ci apparaîtra sur celle de la pièce qui sera devenue plus claire. L'effet est plus marqué si c'est la face *extérieure* de la pièce qui a reçu l'enduit.

Ce résultat semble susceptible de très utiles applications. Obtenir les ombres de corps opaques aux rayons X enfouis dans un milieu plus ou moins absorbant d'une certaine épaisseur est une opération longue. Cest ainsi qu'il faut facilement, avec les moyens ordinaires, 20 minutes de pose pour cathodographier les os du bras d'un jeune homme ; cette durée d'exposition est même insuffisante pour obtenir une image nette et vigoureuse des os du mollet. Un moyen très convenable pour arriver plus rapidement à ces résultats serait, semble-t-il, d'enduire de sulfure phosphorescent la face du membre non appliquée sur la plaque. Qui sait si ce même procédé ne permettrait pas de tenter avec succès la cathodographie à travers toute l'épaisseur du corps et d'obtenir une image des organes intérieurs ?

La portée pratique de la découverte de Ch. Henry est immense, on le voit. Sa signification théorique est tout aussi importante. Elle montre qu'une partie des rayons X, incapable par elle-même de traverser certains milieux, acquiert au contact du sulfure phosphorescent l'énergie nécessaire à cet effet. Elle constitue une première preuve de l'hétérogénéité de ces rayons.

Il est à regretter que certains auteurs ne définissent pas toujours suffisamment les conditions dans lesquelles ils ont réalisé des cathodographies : aucun détail sur la nature de l'objet soumis à l'épreuve, sur l'ouverture du diaphragme employé, etc. Sans ces indications, quelle conclusion tirerons-nous de l'énoncé du résultat ? Cela ne nous apprend pas grand'chose. On nous dira que, par les moyens ordinaires, en moins d'une minute on a obtenu d'excellentes images. Peut-être cela est-il remarquable :

le tout serait de savoir de quoi il s'agit. Nous avons cité tels objets dont la cathodographie exige moins de temps encore. Meslin a même réalisé la *cathodographie instantanée*. Il place un fil de platine ou une pièce d'or à un centimètre de la source, fait à la main une seule interruption de l'inducteur et enlève le cliché. La pose dure donc tout juste autant que l'étincelle. On ne peut pas dépasser ce minimum (COMPTES RENDUS, 30 mars, p. 778).

Plus commode, plus rapide, préférable de tous points à la cathodographie sera l'*observation quasi directe au moyen de la fluorescence*, quand elle pourra se faire dans de bonnes conditions de luminosité.

A l'exemple de Röntgen, on emploie communément l'écran au platinocyanure de baryum : c'est un morceau de carton bristol sur lequel on a fixé au moyen de glycérine, par exemple, la substance précitée, une poussière d'un jaune d'or. La netteté de l'image, l'emploie du diaphragme la garantit ; mais la lueur est trop faible. Elle suffit à reconnaître les contours délicats d'une pièce de métal ajourée cachée dans la pochette intérieure d'un double porte-monnaie. Les métacarpiens ou os de la paume se voient nettement dans une main d'adulte ; on y distingue les phalanges des doigts. Dans le bras, on devine le radius et le cubitus. Mais diagnostiquer une transformation des os à l'aide de l'écran banal est une pure impossibilité.

Récemment le Dr Edm. Van Melckebeke d'Anvers a préconisé l'emploi du florure double d'uranyle et d'ammonium.

Le R. P. Van Geersdaele, S. J., a fait des écrans au moyen de cette substance. Son procédé sera publié dans le BULLETIN de la réunion de Pâques de la Société scientifique de Bruxelles. Comme luminosité, le fluorure double d'uranyle et d'ammonium vaut le platinocyanure de baryum ; il a sur lui l'avantage très appréciable de coûter environ 60 fois moins cher.

Édison vient de câbler à lord Kelvin que le tungstate de calcium est merveilleux. « Il rendrait la photographie inutile. »

Il ne semble pas que le tungstate de calcium consente à tenir la promesse faite par Édison en son nom ; à moins toutefois que le savant américain ne nous en fasse connaître une modification différente de celle qui a été étudiée en Angleterre. Cela n'est pas impossible. La phosphorescence et la fluorescence tiennent parfois à de si légers détails,— même à certaines impuretés du produit.

Toujours est-il que, pour le moment, la meilleure substance luminescente aux rayons X paraît être le *platinocyanure de potassium*. S. P. Thompson nous dit qu'il est douze fois plus lumineux que le platinocyanure de baryum, et qu'avec un écran de 18 centimètres de diamètre et un bon tube il a fait voir l'ombre des os de la main, l'espace entre les os du bras, et le contenu d'une bourse, à une vingtaine de personnes à la fois (COMPTES RENDUS, 7 avril).

Dans ces conditions, ou entrevoit la possibilité de la photographie presque instantanée des silhouettes peintes sur l'écran luminescent, photographie ordinaire, s'entend. Ce serait un grand progrès.

Déjà ELECTRICAL REVIEW propose l'application industrielle de l'écran fluorescent, par exemple au contrôle de l'homogénéité des plaques métalliques, à l'inspection des installations électriques intérieures. Sans toucher aux moulures qui les dissimulent, ni à l'enduit qui les isole, on vérifierait la grosseur des fils conducteurs, leurs joints, l'état des soudures, etc.

La cathodographie réussit très bien à déceler certaines impuretés qui servent à falsifier tel ou tel produit. Sur l'invitation de M. Ranwez, professeur à l'Université de Louvain, le R. P. Thirion a soumis au rayonnement X quatre échantillons de safran disposés sur une même plaque. Le safran pur s'est montré transparent. Dans les trois autres

échantillons, on remarque des fibrilles opaques d'autant plus nombreuses que l'échantillon est plus impur. L'agent de cette falsification est le sulfate de baryte : ses deux composants, soufre et baryum, de poids atomique élevé, lui donnent une très grande opacité aux rayons Röntgen.

La même méthode découvrirait également le kaolin, le plâtre, frauduleusement incorporés à la farine.

Elle peut même servir à distinguer le diamant et le jais naturels de leurs imitations. Le diamant est imité le plus souvent par des verres denses riches en plomb, d'indice de réfraction élevé ; parfois, on taille en brillants le cristal de roche, le corindon, le grenat décoloré, etc. ; ces imitations sont beaucoup plus opaques aux rayons X que le diamant véritable (Buguet et Gascard) (1). Tel qu'il est, le procédé a cet avantage qu'avec son aide on peut éprouver ces pierres dans leurs montures, sans leur faire courir de risques. En outre, l'emploi des plaques sensibles fournit des documents durables, susceptibles d'être produits partout. Il a pourtant l'inconvénient d'être long et dispendieux. Les recherches de vérifications courantes ne peuvent s'en accommoder.

Une fois de plus, il serait vivement à souhaiter que l'écran fluorescent, rendu plus lumineux, devienne d'autant plus efficace et plus pratique. Toutefois, dès maintenant, on réussit à répéter les essais précédents vite et sûrement avec un tube médiocre et un écran luminescent. Comme toujours, l'emploi du diaphragme est vivement à recommander.

A propos des écrans fluorescents, les journaux ont fait grand bruit autour d'un appareil inventé par M. Salvioni et aussi, à ce qu'il semble, par M. Swinton. La description vague ou étrange qu'ils donnent de son principe ne permet guère de s'en faire une idée. Volontiers on croirait

(1) Buguet et Gascard viennent de publier dans LA NATURE (n° 1193, 11 avril, pp. 293, 294) un exposé détaillé et fort intéressant de l'ensemble de leurs recherches sur *Les Rayons X et le diamant*.

qu'il s'agit d'un tube abritant l'œil contre toute lumière étrangère et, par suite, favorisant l'observation d'un champ assez faiblement éclairé. Une extrémité du tube serait fermée par un écran au platinocyanure, et l'autre porterait une lentille faisant office de loupe. A ce compte, M. Salvioni n'aurait fait que simplifier légèrement le procédé courant des expériences relatées tout à l'heure et que tous ceux qui se sont occupés des rayons X ont, sans doute, répétées.

Nous venons de décrire les deux méthodes d'observation des rayons X, les principaux perfectionnements qu'elles ont déjà reçus et leurs desiderata. Écrans fluorescents et plaques photographiques ont été employés de pair dans des recherches nombreuses et variées sur les propriétés des rayons X. Plusieurs fois, dans le cours de notre exposé, nous avons fait allusion à ces recherches. Nous avons maintenant à en grouper les principaux résultats.

Röntgen et d'autres physiciens à sa suite vérifièrent d'abord qu'*aucun corps n'est essentiellement opaque au rayonnement X*, et mesurèrent avec plus ou moins de précision le *pouvoir absorbant* de diverses substances.

Parmi les *solides*, le papier est très transparent : l'écran fluorescent s'illumine quand on le place derrière un livre de mille pages ; l'encre d'imprimerie n'offre pas de résistance sensible. Des planches de deux à trois centimètres d'épaisseur absorbent très peu les rayons. C'est d'ailleurs là un caractère qui accompagne le carbone dans ses différents états (charbon, graphite, lignite, diamant). Cet exemple montre bien que la transparence à la lumière naturelle et aux rayons X sont des propriétés d'ordres absolument distincts, indépendantes l'une de l'autre. L'ébonite, corps très opaque, est transparente au rayonnement du tube à décharges sous une épaisseur de plusieurs centimètres, tandis que le verre ordinaire, le cristal

surtout, en raison du plomb qui entre dans sa composition, constituent pour ces mêmes rayons un obstacle sérieux.

Les *métaux* sont assez opaques. Le plus opaque des métaux solides usuels, le platine, est facilement traversé à l'état de feuille extra-mince de $0,01^{mm}$ d'épaisseur ; mais déjà une feuille de $0,2^{mm}$ de cette substance constitue un écran parfait. L'aluminium est exceptionnellement transparent : un bloc de $15^{mm}$ d'épaisseur diminue beaucoup la fluorescence, mais ne l'éteint pas tout à fait. L'aluminium est 200 fois plus transparent que le platine et environ 70 fois plus que le plomb.

Naturellement on s'est demandé à quoi pouvaient s'attribuer ces inégalités de transparence. Un simple coup d'œil sur les détails qui précèdent fait pressentir une connexion intime entre la densité des corps et leur pouvoir absorbant à l'égard des rayons X. Plus un solide est lourd, plus il est opaque (vérifié sur cinquante solides par Battelli et Garbasso). L'opacité des corps croît notablement plus vite que leur densité. Mais on ne peut pas dire que, de deux solides inégalement absorbants, celui qui l'est le moins est nécessairement plus léger que l'autre. Ainsi le spath d'Islande est beaucoup plus transparent que le verre et le quartz, bien qu'il ait approximativement la même densité (Röntgen).

Treize *liquides* étudiés au même point de vue et classés suivant leur transparence se sont trouvés, comme les solides, rangés dans l'ordre de leur légèreté ; mais, à égale densité, ils sont un peu plus transparents que les solides (Battelli et Garbasso). L'opacité du mercure est énorme, de l'ordre de celle du platine. Perrin injecta de mercure le système circulatoire d'une grenouille et obtint la cathodographie du réseau des artères et des veines. Pourtant, chose assez étrange, le zinc amalgamé montre une certaine transparence (Chabaud).

Les *gaz* sont transparents, et tous sensiblement au même degré, quelle que soit la différence entre les

densités : l'hydrogène, quinze fois plus léger que l'air, n'est guère plus transparent que lui. C'est là une nouvelle divergence entre les rayons X et les rayons de cathode.

*L'espèce chimique exerce une influence très considérable sur le pouvoir absorbant des corps composés.*

Les sels métalliques solides ou en solution se comportent généralement comme les métaux eux-mêmes (Röntgen) ; l'opacité croît avec les poids atomiques du métal et du métalloïde.

Nos encres étant d'ordinaire à base métallique, ne doit-on pas craindre de voir le secret des correspondances livrées, même à travers l'enveloppe scellée et cachetée, à de trop faciles indiscrétions? Nullement. L'essai a été fait. La teneur en métal est sans doute trop faible. Mais, insistera un esprit inquiet, l'insuccès ne tient-il pas à un défaut de sensibilité du procédé actuel, et ce procédé ne va-t-il pas être perfectionné incessamment? Nimporte : rien de plus simple que d'échapper à toute crainte. Employons exclusivement les encres d'aniline : elles sont exemptes d'éléments métalliques et composées seulement de carbone, d'hydrogène et d'azote. Or, Meslans l'a montré, le carbone, combiné à ces éléments ou encore à l'oxygène, est doué d'une transparence toute particulière. Voilà pour les fabricants d'anilines un thème à réclames fin de siècle.

Ajoutons sans retard que l'introduction dans la molécule organique d'autres éléments minéraux et, en particulier, du chlore, du soufre, du phosphore et surtout de l'iode, lui donne une opacité considérable (Meslans). Nous aurons tout à l'heure des conclusions à tirer de ces résultats.

Les expériences de Ch. Girard et F. Bordas sur la composition des *engins explosifs* doivent être citées. La cathodographie révèle d'abord évidemment la présence d'une boîte en métal suspecte cachée dans une enveloppe transparente aux rayons X, par exemple dans un livre évidé. Si, en outre, la boîte renfermant l'explosif est en bois, on

pourra y révéler l'inclusion de certaines matières dangereuses : les résultats obtenus par Meslans nous permettent de prédire que, par exemple, le *ferrocyanure*, le *chlorate* de potasse, le *soufre* trahiront leur présence par leurs ombres. Malheureusement, d'autres composés bien plus terribles que les substances précédentes, comme la nitroglycérine, échappent aux investigations du nouvel agent.

Il n'est pas même nécessaire, semble-t-il, que la boîte soit en bois ou autre matière transparente aux rayons X. Si elle est opaque, le sulfure phosphorescent de Ch. Henry permettrait sans doute d'en explorer le contenu sans l'ouvrir.

Un mot sur l'*insensibilité de la rétine*. Quelque près que l'œil soit de l'appareil à décharges, il ne voit absolument rien. Röntgen déclare dans son mémoire (n° 6) que cela n'est pas dû à un défaut de perméabilité de la part de l'œil. Il croyait pouvoir le conclure de ses expériences.

La question a été reprise de divers côtés. X. Dariex et de Rochas veulent que, contrairement à l'opinion de Röntgen, l'insensibilité de l'œil tienne avant tout à la forte absorption de ces rayons par les milieux de l'œil. Frédericq à son tour a trouvé que le cristallin est assez transparent : il l'est à peine moins que les cartilages ou les muscles, par exemple. Or, ajoute-t-il, ces tissus ne laissent pas de trace sensible sur les épreuves cathodographiques.

Cette réfutation de Dariex et de Rochas est-elle péremptoire ?

Une chose est certaine. Quand la pose est très réduite, les chairs portent une ombre très sensible sur les plaques photographiques, et si, à la fin, elles s'atténuent et disparaissent, c'est que les effets successifs des rayons constamment envoyés par le tube s'ajoutent toujours au même point et finissent par former une somme considérable. Les choses ne se passent pas précisément de même dans l'œil. A la vérité, cet organe se fatigue sous un rayon-

nement intense, et, plongé dans l'obscurité, il s'habitue peu à peu à saisir de faibles lueurs qui lui échappaient d'abord; mais cela est affaire de disposition, de conditions d'observation, et non le résultat de l'addition d'effets successifs. L'œil, même parfaitement reposé, ne reste-t-il pas toujours insensible à des radiations comprises dans la gamme du spectre visible, mais d'une énergie inférieure à une certaine valeur que l'on pourrait sans doute préciser ?

Néanmoins, nous nous rallions à l'opinion de Frédericq quand il place *la cause de l'insensibilité de la rétine* dans *la nature même des rayons X*. Nous savons, dit-il, que l'excitant spécifique des cônes ou des bâtonnets est exclusivement représenté par une catégorie d'ondulations éthérées à période déterminée (rayons du spectre solaire compris entre le rouge et l'ultra-violet). Il est donc tout naturel que les rayons X, que personne ne songe à ranger dans la catégorie de ces rayons spectraux, se montrent indifférents vis-à-vis de la rétine, comme ils se montreront sans doute inactifs vis-à-vis des autres organes des sens : l'oreille, la langue, la peau...

Nous ne voudrions cependant pas nier que le cristallin ne puisse être un obstacle à la transmission de certaines radiations. On sait en effet que, chez les sujets opérés de la cataracte, la rétine est sensible à des rayons que ne perçoit pas l'œil normal.

Quant aux autres organes des sens, Lénard a pu constater une influence des rayons cathodiques sur le goût. Il croit, il est vrai, devoir l'attribuer, de même que leur odeur apparente, à la production de l'ozone. Mais la preuve n'en est pas faite, et, à leur sujet comme à celui des rayons X, la réserve est le parti le plus sûr.

Une autre application des résultats recueillis sur la transparence aux rayons X des diverses substances intéresse directement la technique de leur production. Un point extrêmement important à cet égard est la valeur du

tube. Et cette remarque n'est pas absolument naïve, vu la rareté des bons tubes. Qu'on les choisisse donc avec soin ! Le conseil est aisé à donner. Malheureusement, pas un constructeur peut-être ne pourrait nous définir avec certitude les conditions d'un bon tube. Il reste toujours la possibilité de l'essayer ! Oui, cela nous garantira la valeur actuelle, mais combien de temps la gardera-t-il ? Pour une raison ou pour une autre, difficile à éclaicir, des tubes excellents se sont refusés bientôt à travailler. Du reste, il est à souhaiter que le prix de ces appareils baisse considérablement, ce qui n'arrivera qu'au moment où les constructeurs auront établi les règles fixes et infaillibles de la production d'un bon tube.

Les recherches de Chabaud élucident un premier point : la question de la *nature du verre à employer pour l'ampoule*. Les verres à base de soude, de potasse, de chaux et le verre allemand sont les bons : ils sont très transparents aux rayons X. Mais il faut rejeter les tubes de cristal et ceux en verre d'urane.

Nous avons eu la chance de constater de notre côté l'excellence du verre de Bohême. Il se fabrique avec le carbonate de potassium uni au carbonate de calcium et à la silice pure. Notre meilleur tube est tout simplement un vase d'Erlenmeyer en verre de Bohême transformé, à titre d'essai peut-être, en ampoule de Crookes. Sa phosphorescence propre est loin d'être bien vive, mais son rendement en rayons X est élevé, supérieur à celui d'un tube en verre d'Allemagne fourni par la même maison (Leybold's Nachfolger de Cologne).

Une qualité du verre de Bohême très appréciée dans l'occurrence est son point de fusion très élevé. Sous le rayonnement cathodique, la paroi de l'ampoule s'échauffe considérablement ; elle peut être portée à l'état pâteux par une action prolongée. Inévitablement alors, sous l'effort de la pression extérieure, une fissure se produit et le tube est hors d'usage. Si l'on emploie pour les tubes le

verre d'Allemagne fusible qui a beaucoup servi à la construction des anciens appareils de Crookes, le danger que nous signalons est plus grand ; un verre de Bohême résistera mieux. Et si l'on veut se mettre à l'abri de tout accident, il suffira de plonger l'extrémité anticathodique du tube dans un petit vase de celluloïd rempli d'eau (d'Arsonval).

S. P. Thompson (COMPTES RENDUS, 7 avril, p. 807) s'est efforcé de fixer une *seconde règle pour la construction des tubes* à rayons X. Quel *degré de vide* faut-il réaliser pour obtenir un bon rendement ?

Jusqu'ici nous nous étions contenté de dire que le vide de Crookes était nécessaire pour la production des rayons Röntgen. Cela ne suffit pas tout à fait. Les ombres cathodiques, la luminescence des parois apparaissent avant que ces rayons ne soient émis en quantité notable. Le moment précis auquel il convient d'arrêter l'opération coïncide avec une assez brusque variation de la résistance du tube.

Pour déterminer ce moment, on met en dérivation sur le circuit qui contient le tube un excitateur à pointes. Quand la résistance du tube est si faible que l'étincelle ne jaillit plus entre ces pointes, écartées seulement de $2^{mm}$, on obtient les phénomènes de Crookes. Mais à ce moment un écran fluorescent ne montre pas encore la moindre trace de rayons X ; toutefois une plaque sensible, exposée assez longtemps, donne une image. On continue l'évacuation, et, brusquement, il se produit un accroissement de résistance tel qu'il faut écarter les pointes de l'excitateur de plusieurs centimètres. C'est juste à cet instant qu'éclatent les rayons X (1).

Pendant cet accroissement de résistance, on observe le tube au moyen de l'écran fluorescent. Mais pour pou-

(1) Si le tube n'a jamais été vidé auparavant, le passage de l'état de faible résistance à celui d'une résistance plus grande ne se produit pas aussi subitement ; mais si le tube a déjà été amené au second état, et qu'on laisse rentrer un peu d'air pour recommencer l'évacuation et éliminer les gaz absorbés par les parois et par les électrodes, alors le passage est très brusque.

voir décrire les phénomènes signalés par S. P. Thompson, il nous faut ajouter que, dans ses tubes, le jet cathodique n'est pas reçu directement sur la paroi opposée. Le savant professeur dispose à l'intérieur de ses ampoules une lame inclinée de 30° à 40° sur l'axe de l'appareil : cette lame est en platine nu ou recouvert soit de verre, soit d'un émail phosphorescent, composé de sulfure de calcium et d'émail transparent ordinaire. C'est elle qui est opposée au rayonnement du pôle négatif, et il l'appelle *anticathode* (1).

Voici donc ce que l'on trouve pendant la variation brusque de la résistance. Dans toute l'ampoule s'est développée une lueur, excepté dans le plan de l'anticathode. Car, sur l'écran fluorescent, se projette une ligne noire très nette entre deux régions éclairées. La ligne noire — on s'en assure facilement — correspond au plan de l'anticathode. Des deux portions éclairées, l'une reçoit sa lumière de la région au-dessus de l'anticathode, l'autre de la région au-dessous. La trompe de Sprengel fonctionnant toujours, la région située derrière l'anticathode s'assombrit de plus en plus, et, après deux ou trois secondes, on ne voit plus sur l'écran qu'une région noire et une région lumineuse, dont la limite oblique correspond à la position du plan de l'anticathode. Le tube est alors dans la meilleure condition pour produire les effets Röntgen, soit par voie actinique, soit par illumination des écrans fluorescents.

Il n'y a qu'à perdre à pousser le vide plus loin (2).

(1) Nous conserverons cette dénomination, et nous l'appliquerons non seulement à cette lame mais encore à toute portion de surface soit de la paroi, soit de tout autre objet intérieur au tube frappé par les rayons cathodiques.

(2) On a remarqué que le degré du vide allait en augmentant dans certains tubes de Crookes et que ceux-ci ne tardent pas à ne plus fonctionner. On peut alors leur rendre leurs propriétés premières en les réchauffant dans une étuve à 200° (A. Lafay, COMPTES RENDUS, 7 avril, p. 810). Cela est d'accord avec le résultat de Gouy, qui a montré que les rayons cathodiques font pénétrer dans le verre les gaz du tube, qui restent ensuite occlus jusqu'à ce que le ramollissement du verre par la chaleur les mette en liberté (COMPTES RENDUS, 30 mars, p. 775).

James Chappuis, de son côté, trouve que le tube devient bon quand la pression intérieure est voisine de $\frac{1}{500}$ de millimètre de mercure ou de trois millionièmes d'atmosphère (COMPTES RENDUS, 30 mars, p. 778).

Nous avons déjà dit que James Chappuis avait obtenu le squelette d'une main d'adulte en *une* minute. S. P. Thompson, avec les tubes dont nous venons de décrire la construction, atteint le même résultat en 40 secondes. 20 secondes suffisent à cathodographier des monnaies renfermées dans une bourse. G. Meslin tient toujours le record : une silhouette des os de la main en 25 secondes!

Nous avons donc établi que les nouveaux rayons se propagent dans l'air, passent à travers les corps. Voyons maintenant quelles sont les lois qui régissent la direction de cette propagation; et, pour suivre l'ordre classique, étudions successivement la propagation à travers un milieu homogène, puis la déviation subie à la surface de séparation de deux milieux, enfin la déviation au passage d'un milieu dans un autre.

Ces considérations seront nécessairement un peu arides. Les résultats acquis jusqu'ici sont vagues, flottants, incomplets. Nous traiterons ces questions brièvement.

*Propagation à travers un milieu homogène.* — *Dans un milieu homogène,* comme l'air, *les rayons X marchent en ligne droite* (Röntgen). Cette proposition se déduit immédiatement de la régularité des silhouettes que l'on obtient en interposant un corps plus ou moins opaque aux rayons X entre la source et un écran fluorescent ou une plaque photographique. Ce que l'on observe sur l'écran, c'est l'ombre portée par le corps opaque interposé, absolument comme lorsque, entre une source de lumière ordinaire et une surface qu'elle éclaire, nous interposons un corps non transparent. Les rayons X se propagent donc à ce point de vue comme les rayons lumineux. C'est précisément en

vertu de cette propriété que Röntgen les a appelés « rayons. »

Les silhouettes des corps opaques noyés dans des milieux transparents aux rayons X, comme les os dans les chairs, la vrille d'un tire-bouchon dans un bouchon, sont régulières elles aussi. Les rayons X se propagent donc rectilignement non seulement dans l'air, mais en général dans tous les milieux qui leur sont perméables.

Perrin reprit la démonstration directe de cette première propriété au moyen d'un dispositif simple qu'il est inutile de décrire. Son résultat fut la confirmation de celui de Röntgen.

Une autre vérification intéressante indiquée par Röntgen, et qui a été renouvelée dans notre laboratoire de Louvain, consiste à prendre à la chambre obscure la cathodographie de toute la région active de la paroi du tube. Soit un appareil ordinaire de photographie. L'objectif, qui n'a rien à voir avec les rayons X, a été remplacé par une plaque de métal formant écran parfait à ces rayons. Une ouverture d'un millimètre de diamètre y est pratiquée. Chacun sait que cet appareil étant tourné vers un objet éclairé, l'image renversée de cet objet vient de peindre sur la glace dépolie, image plus ou moins grande suivant la distance de l'objet à l'ouverture et de l'ouverture à la glace dépolie, mais toujours nette avec une ouverture petite. Devant l'ouverture, plaçons un tube de Crookes en activité. Les choses restant dans l'état, si l'on remplaçait la glace dépolie par une plaque sensible, on obtiendrait dans une pièce obscure une image du tube identique à celle que perçoit l'œil. Mais, sur l'ouverture, collons deux ou trois feuilles de papier noir. La lumière est arrêtée, les rayons X conservent seuls la faculté de passer par le petit orifice et vont dessiner sur la plaque sensible l'image de tous les points du tube d'où émanent les rayons X. L'image est faible en raison de l'exiguïté d'énergie rayonnante reçue à travers une ouverture aussi réduite ; mais elle est très

nette. Et sa formation suppose nécessairement la propagation rectiligne des rayons actifs.

*Déviation à la surface de séparation de deux milieux différents*, ou, plus simplement, *étude de la réflexion des rayons X. — Les rayons X ne subissent pas la réflexion régulière* (Röntgen).

Un rayon de lumière ordinaire tombant sur une surface polie rebondit dans une direction parfaitement déterminée sans pénétrer dans le corps réfléchissant. Il n'en va pas de même des rayons X. Perrin le vérifia au moyen de deux miroirs faits de substances opaques aux nouvelles radiations. Un pinceau de rayons X défini par deux fentes de $0^{mm},5$, distantes de 4 centimètres, rencontrait sous un angle de 45° un miroir d'acier poli, d'où, après réflexion, il aurait pu tomber sur un châssis chargé; après une heure de pose, on n'obtint absolument aucune impression. Il en a été de même avec une plaque de flint comme miroir, bien que la pose ait duré sept heures. Il n'y a donc pour les rayons X ni réflexion vitreuse ni réflexion métallique, ou, tout au moins, la proportion des rayons réfléchis régulièrement doit être très faible (Imbert et Bertin-Sans).

*Les rayons X subissent, à la rencontre des corps qui leur sont opaques, la réflexion irrégulière ou diffusion*, à la façon des rayons de lumière ordinaire tombant dans un milieu trouble (Röntgen). Il n'est pas douteux qu'une partie d'un faisceau de rayons X tombant sur un solide de grande densité ne revienne sur ses pas ; seulement ce retour ne s'effectue pas suivant une seule direction déterminée, si ce n'est peut-être pour une partie très faible du faisceau incident. La diffusion, au contraire, peut être considérable. Son intensité paraît dépendre beaucoup plus de la nature que du degré de poli du corps diffusant. Ce fait conduirait à attribuer aux nouveaux rayons une longueur d'onde très petite et telle qu'il n'est pas possible

de réaliser le degré de poli nécessaire pour en déterminer la réflexion régulière. Dans ce cas, les rayons pourraient pénétrer à l'intérieur des corps et seraient alors renvoyés par les molécules dans toutes les directions.

C'est par la diffusion, semble-t-il, qu'il faut expliquer une curieuse expérience de Röntgen, où l'on pourrait être tenté de voir un phénomène de réflexion proprement dite.

Une plaque photographique, protégée par une feuille de papier noir, est exposée aux rayons X de façon que la face libre regarde le tube à vide. Sur la couche sensible, on place des étoiles de platine, de plomb, de zinc, d'aluminium, etc. Au développement, on trouve la plaque fortement impressionnée devant le platine, le plomb, spécialement devant le zinc ; l'aluminium ne donne pas d'image. Il y a eu diffusion du rayonnement X dans les premières couches des corps opaques, et transmission sans obstacle à travers l'aluminium.

*Réfraction.* — Une autre expérience de Röntgen semblerait prouver que les rayons X ne sont pas davantage réfractés par les corps. On sait, en effet, que les corps transparents à la lumière ordinaire se montrent opaques quand ils sont réduits en poudre. Le sel gemme, par exemple, est transparent, tandis que le sel en poudre est blanc et opaque. Cela tient aux réflexions et réfractions multiples éprouvées à la surface de tous les grains de sel. Une grande partie de la lumière finit par être renvoyée du côté de la lumière incidente, et presque rien ne traverse la couche de poussière. Or, les rayons X traversent avec la même facilité une épaisseur égale d'un corps à l'état de solide compact et à l'état de poussière (argent électrolytique, poussière de zinc).

Röntgen eut la prudence de ne pas conclure positivement à l'absence de réfraction. Au surplus, si des prismes d'eau et de sulfure de carbone ne lui avaient fait voir aucune déviation, des prismes d'aluminium lui avaient

permis d'en soupçonner une. Toutefois, dans cette question délicate, ses mesures paraissent avoir un peu manqué de précision.

D'après les expériences récentes de Perrin, *la réfraction dans les prismes d'aluminium est certaine*. Elle a été nettement observée avec trois prismes différents. L'indice serait inférieur à l'unité.

Trouvera-t-on une lentille pour concentrer les rayons X? On avait pour ainsi dire renoncé à cet espoir après les premiers essais de Röntgen : des lentilles d'ébonite et de verre de grandes dimensions n'avaient montré aucun pouvoir convergent. Perrin a trouvé, en outre, que la paraffine et la cire ne pouvaient rendre aucun service. La lentille de verre eût toujours été peu avantageuse, à cause de la grande résistance offerte par cette substance au passage des rayons X. Dès lors qu'une réfraction a été observée, il n'est peut-être pas interdit d'espérer qu'on rencontrera une substance douée simultanément d'une grande transparente et d'un pouvoir réfringent notable. Modelée suivant la forme convenable, cette substance rendrait dans la cathodographie des services analogues à ceux des lentilles ordinaires en photographie.

Le R. P. Thirion a imaginé une expérience qui fait bien ressortir la différence qu'il y a entre la lumière ordinaire et les rayons X au point de vue de la réfraction. Il prend trois tubes à essai en verre mince, verse dans le premier de l'eau, dans le second du sulfure de carbone, dans le troisième du baume de Canada, et plonge dans chacun de ces liquides une baguette de verre. Les trois tubes sont placés devant une plaque photographique, enveloppée de papier aiguille, et le tout est exposé au rayonnement X.

A la lumière ordinaire, la réfraction fait paraître la partie de la baguette qui plonge dans l'eau plus mince que celle qui émerge de ce liquide ; inversement, dans le tube

à sulfure de carbone, la partie immergée semble plus grosse que l'autre ; et dans le baume de Canada, dont l'indice de réfraction est égal à celui du verre, la baguette disparaît et tout le contenu du tube est uniformément transparent.

Sur le cliché fourni par les rayons X, les apparences sont tout autres. D'abord, le sulfure de carbone est très opaque à ces rayons, et l'ombre de la baguette, à partir du point d'immersion, se perd dans l'ombre de ce liquide. En revanche, le baume de Canada, étant assez transparent aux rayons Röntgen, ne produit qu'une ombre légère sur laquelle se détache en noir la silhouette de la portion de la baguette qui y plonge. En outre, pas de trace sensible de réfraction : l'ombre de la portion de baguette en dehors du liquide et celle de la portion immergée ont même diamètre. Résultat analogue pour le troisième tube à essai : la baguette de verre se différencie nettement de l'eau et sa grosseur apparente est invariable sur toute sa longueur.

Nous ne citerons que pour mémoire les résultats négatifs obtenus par Röntgen dans ses recherches *sur l'interférence des rayons X* et *sur l'action* qu'ils pourraient subir de la part *des corps cristallisés*. Perrin n'a pas pu davantage produire avec eux des franges de *diffraction*. Ces questions sont délicates : la difficulté que l'on éprouve jusqu'ici à dévier les rayons X, — vu qu'ils ne se réfléchissent pas régulièrement, se réfractent à peine et sont insensibles à l'aimant, — rend en particulier les expériences d'interférence presque impossibles.

Galitzine et de Karnojitski, au moyen de lames minces de tourmaline, paraissent avoir établi que les rayons X peuvent se polariser. Cela prouverait qu'ils sont dus à des vibrations transversales de l'éther comme les radiations lumineuses (Comptes rendus, 23 mars, p. 718).

A la vérité, Henri Becquerel a fait la même expérience et a obtenu un résultat négatif (Comptes rendus, 30 mars, p. 762). L'affirmation des savants russes demande donc à

être soumise à un nouveau contrôle. On peut augurer qu'elle en sortira indemne, vu que leur essai a été renouvelé jusqu'à huit fois, toujours avec le même succès. Pour renforcer leurs négatifs, ils ont en recours à un ingénieux procédé dû à Bourinsky. On conçoit que, grâce à ce moyen, ils aient pu mettre en évidence une action très faible qui autrement eût passé inaperçue.

Venons maintenant aux questions ultérieures qui intéressent plus directement les applications actuelles des rayons X.

*Centres d'émission des rayons X.* — La propagation rectiligne des rayons X à travers l'air une fois établie, il est facile de déterminer quels sont les points d'où ils émanent. La première hypothèse qui se présente à l'esprit, c'est que ces rayons partent de la cathode tout comme les rayons cathodiques, traversent le verre de l'ampoule et, de là, vont en ligne droite par l'atmosphère. De nombreux essais montrèrent à Röntgen qu'il n'en est pas ainsi.

*La source des rayons X n'est pas à la cathode, mais sur la paroi interne du tube, ou, plus généralement, aux points où un obstacle quelconque arrête le rayonnement cathodique. De ces points les rayons partent dans toutes les directions* (Röntgen ; vérifié et généralisé par Perrin et S. P. Thompson). — La vérification est aisée. Il suffit d'observer l'ombre portée par un corps opaque sur l'écran fluorescent ou sur la plaque sensible.

Il est étrange que quelques observateurs aient cru avoir établi que les rayons X partaient de la cathode elle-même. Que font-ils donc de cette expérience de Röntgen si facile à répéter ? On interpose à une certaine distance de la plaque et du tube un objet opaque, une petite pièce de monnaie par exemple, et l'on met le tube en activité. L'ombre portée a une position déterminée. Après deux ou trois minutes, on approche un aimant du tube de façon à dévier nettement le jet cathodique et à transporter ainsi

de côté la grande fluorescence ; on pose encore une minute ou deux (pas trop longtemps, de peur d'effacer la première ombre). Sur la plaque, au développement, on trouve deux ombres de l'objet opaque, dans des positions qui indiquent bien l'exactitude de la proposition de Röntgen.

Sous le jet cathodique, les parois du tube et divers obstacles atteints par ce jet deviennent luminescents. Quelle est l'importance de ce phénomène? La luminescence comme telle n'agit-elle que faiblement? Tout porte à le croire, vu que Röntgen a obtenu des rayons X au moyen d'un tube fermé par une lame d'aluminium de $2^{mm}$ d'épaisseur. La fluorescence visible n'est donc pas nécessaire. Mais, au moins, est-elle dans les tubes de verre la marque des régions actives. Toutefois nous nous garderions bien de dire que, de deux plages voisines, la plus brillante est la plus active. Nous avons exécuté nous-même une photographie qui démontre la grande efficacité du centre de la région d'éclat maximum de notre meilleur tube : or ce centre est plus sombre que la région annulaire qui l'entoure, et qui est un peu moins énergique que lui.

Plus étrange encore est l'affirmation qui prétend que les rayons X émanent de l'anode. Pour nous, nous n'avons pu déceler qu'une action photographique d'une faiblesse extrême en face de l'anode, et aucune action fluorescente sur l'écran au platinocyanure.

Ce dernier point a été vérifié vingt fois. Très souvent nous avons refait des essais au moyen du dit écran, souvent aussi nous avons montré à des visiteurs ces phénomènes curieux. La manœuvre du commutateur amenait-elle l'anode en face de l'écran au platinocyanure, celui-ci restait obscur, tandis qu'il s'illuminait vivement quand, par le renversement du courant, il se trouvait en face de la plage luminescente sous le rayonnement cathodique.

Quant à la photographie, nous avons fait deux clichés relatifs à la question qui nous occupe. Nous allons les décrire. Chacun porte un certain nombre d'images d'un

objet identique, ayant posé toujours le même temps, mais sous des rayonnements différents. La plaque était divisée en compartiments égaux par des écrans mobiles. A chacun de ces écrans, pendant la durée d'une pose partielle, on substituait l'objet. Puis l'écran était replacé sur le compartiment impressionné.

L'identité de l'objet, de la plaque, du développement, de toutes les conditions, en un mot, à part celles-là seulement dont nous voulions apprécier l'influence, nous garantissait des résultats parfaitement comparables.

La première plaque a pour but de rechercher l'*efficacité photographique respective des diverses régions du tube*.

L'objet est une spirale d'un centimètre de diamètre en fil de fer. Ses diverses portions sont à des distances variables de la plaque ; il sera difficile d'en avoir une cathodographie nette. C'est ce qui a dicté notre choix.

Le tube reste toujours à dix centimètres de la plaque. Chaque compartiment pose deux minutes.

Ici, comme dans la plupart de nos expériences, le châssis est constitué par un simple sachet de soie caoutchoutée.

Nous employons d'abord le tube totalement découvert, afin d'apprécier l'intensité du rayonnement total. Comme résultat, le fond du compartiment est énergiquement attaqué. Sur ce fond clair se détachent des traits d'ombres parallèles, énergiques sur une très faible longueur, et se perdant bientôt dans une image absolument diffuse. Ce sont les portions de la spirale reposant directement sur le sachet : elles seules sont venues, le reste est perdu dans la pénombre ou dans la pleine lumière.

La seconde image est due au rayonnement exclusif d'une plage de $20^{mm}$ de diamètre découpée dans la région directement anticathodique et d'éclat fluorescent maximum. Pour délimiter cette région, on interpose entre la plaque et le tube, tout contre ce dernier, une large feuille de plomb dans laquelle une fenêtre de la dimension

indiquée a été découpée. Le centre de la région active est comme toujours dans la verticale du centre du compartiment en expérience. L'action lumineuse est moins forte sans contredit que dans le premier cas ; la suite nous donnera une mesure approximative de l'affaiblissement. Mais remarquons en passant que cette seconde image est incomparablement plus nette que la première, et malgré la difficulté de l'objet, malgré la proximité du tube, le flou ne se montre que dans les portions de la spirale les plus éloignées de la plaque.

L'éclat fluorescent de la partie anticathodique de notre tube n'est pas uniforme, même approximativement, et son intensité ne décroît pas régulièrement à partir du centre. La région centrale est relativement obscure, un anneau brillant l'entoure. C'est l'ensemble de ces deux régions qui, dans la seconde expérience, fournissait l'énergie actinique en action. Nous avons voulu savoir quelle était l'intensité relative de chacune d'elles.

La troisième image montre l'influence de la seule plage centrale obscure. On a réduit l'ouverture du diaphragme à n'avoir plus que $10^{mm}$ de diamètre ; sa surface n'a donc plus que le quart de sa valeur primitive. L'intensité de la photographie est notablement diminuée ; naturellement la netteté s'est accrue.

Le quatrième compartiment renferme l'image due à l'anneau lumineux qui entoure la plage centrale. Celle-ci a été cachée par un petit écran circulaire de $10^{mm}$ de diamètre. La surface active est ici trois fois plus grande que dans l'expérience précédente ; néanmoins cette image est plus faible que la troisième. La conclusion est que l'intensité actinique du rayonnement X des diverses plages de la région anticathodique ne répond pas exactement à leur fluorescence. Dans le passage de l'image 3 à l'image 4, la netteté a diminué, ainsi qu'il fallait s'y attendre.

On voit déjà que la grande partie de l'intensité photographique de notre tube à vide est ramassée sur une région

assez restreinte, et que cette intensité décroît rapidement dès qu'on s'en écarte.

La diminution du pouvoir actinique est énorme à une distance de 5 ou 6 centimètres de la région centrale, — distance comptée le long de la paroi; — l'extinction est presque complète.

L'image du cinquième compartiment répond à cette nouvelle plage intermédiaire entre les régions anticathodique et antianodique. La portion active avait de nouveau une ouverture de $20^{mm}$ : on l'avait prise sur le méridien du tube dont le plan est perpendiculaire au plan formé par les axes cathodique et anodique. L'image est perceptible sur le négatif et aussi sur les épreuves positives, mais à grand'peine, et à la condition de les faire miroiter.

Peut-être retrouverons-nous quelque centre actif important dans la région antianodique ? Il n'en est rien, et la sixième image, prise sous la plage frappée directement par le jet violacé que l'on voit par moments jaillir de l'anode, est aussi insignifiante que la cinquième.

Il est clair, après cela, que, dans notre tube du moins, le rayonnement X n'est pas dû à l'anode mais bien à la cathode, et s'il n'est pas impossible qu'il y ait rayonnement anodique, ce phénomène n'est pas général et doit tenir à des conditions particulières d'expérience; il n'est pas essentiellement lié à la production des rayons X au moyen des ampoules de Crookes.

Quant au faible rayonnement relevé sur la région antianodique et sur la plage intermédiaire entre les régions anticathodique et antianodique, on l'explique facilement dans l'hypothèse de l'efficacité de la seule anticathode. Prenons le cas le moins favorable à l'éparpillement du rayonnement cathodique, la cathode en forme de coupe. Dans ce cas, son rayonnement se concentre en grande partie sur une portion restreinte de la paroi opposée ; toutefois, de chacun des points de l'électrode négative émanent de maigres faisceaux de rayons à peu

près dans toutes les directions; de là une légère fluorescence répandue sur presque tout le tube, de là aussi une émission atténuée de rayons X de tous les points de la paroi ; cette fluorescence et ce rayonnement X sont encore assez sensibles sur la paroi latérale au niveau de la section transversale maximum, c'est-à-dire à la courbe de raccordement du tronc de cône qui forme le corps du tube et de la calotte qui le termine. Si des plaques sensibles sont disposées tout autour du tube à la hauteur de cette courbe, on y constatera une action actinique assez faible. Nous en avons fait l'essai.

Nous avons dit plus haut avec Röntgen et Perrin que la source du rayonnement X se trouve sur la paroi fluorescente : nous entendions surtout exclure l'hypothèse qui, à première vue, paraissait la plus naturelle, et qui consisterait à voir dans la cathode même le centre d'émission de ces rayons. Ce centre est très certainement plutôt à la paroi qu'à la cathode. Est-il exactement sur la paroi? Galitzine et de Karnojitski affirment qu'il ne correspond pas à la surface du tube, mais se trouve à l'intérieur, à une distance de quelques millimètres de la paroi. La chose est évidemment possible. Comment d'ailleurs raisonner *à priori* sur un rayonnement X ? Toutefois nous aimerions voir cette proposition confirmée par des mesures nombreuses et précises, exécutées avec des faisceaux déliés, définis par des diaphragmes d'ouverture réduite, non seulement avec des tubes illuminés par un jet cathodique régulier, mais encore avec un rayonnement contrarié, dévié par l'aimant, etc.

Tâchons maintenant de *comparer* avec une certaine précision *le rayonnement de la plage directement anticathodique à celui d'une région voisine.*

Notre seconde cathodographie nous renseigne à ce sujet. Elle est divisée en cinq compartiments sur chacun desquels on a cathodographié une même grenouille ; chaque fois,

le centre de la région active se trouvait dans la verticale du point de naissance des cuisses. L'ouverture du diaphragme resta la même dans toutes les expériences : 18 millimètres.

La région centrale d'éclat maximum a fourni les images 2, 3, 4 et 5 ; les distances seules du tube à la plaque ont varié d'un cas à l'autre : 10 centimètres pour l'image 2 ; 20 pour l'image 3, puis 30 et 40 pour 5 et 6 respectivement.

On a déplacé ensuite le diaphragme, formé ici d'une calotte de plomb appliquée sur le tube, de façon à découvrir une plage aussi voisine que possible de la région centrale. Il fallut le reculer de 23 millimètres de la position primitive. Le tube fut ramené à 10 centimètres de la plage comme pour l'image 2 ; on obtint l'image 6; or celle-ci est nettement plus faible que l'image 5.

Que s'ensuit-il ? Röntgen, nous l'avons dit, et, plus récemment, G. Meslin (Comptes rendus, 23 mars, p. 719, note 1) ont vérifié que la lumière fluorescente varie à peu près comme l'inverse du carré de la distance qui sépare l'écran du tube à décharges. Cette même loi a été retrouvée pour la variation de l'effet électrique des rayons X; nous pouvons très vraisemblablement l'admettre aussi pour leur action actinique. Dès lors, les intensités respectives des images 2, 3, 4 et 5 seront comme les nombres 1, 1/4, 1/9, et 1/16, et nous concluons qu'en passant de la région d'éclat fluorescent maximum à la région immédiatement voisine, l'intensité photographique d'une plage égale tombe en dessous du seizième de sa valeur primitive.

Terminons et résumons cette étude du rendement en rayons X des diverses portions de la paroi du tube dans les mêmes termes qu'une note que M. Folie nous a fait l'honneur de présenter à l'Académie royale des sciences dans sa séance du 4 avril dernier :

« Ces résultats sont en parfait accord avec ce que montre

l'observation directe de la fluorescence produite sur l'écran au platinocyanure de baryum par les rayons X. Là aussi, quoique d'une façon moins précise, nous avons trouvé :

» 1° Que l'emploi d'un diaphragme de 18 millimètres d'ouverture, appliqué sur la région directement anticathodique, n'enlève qu'une faible partie de la lumière.

» 2° Que ce même procédé montre *nettement* les ombres des corps opaques aux rayons X sans que l'application immédiate de l'écran sur ces objets soit alors nécessaire (exemples : pièce en cuivre ajourée dans un porte-monnaie à double poche, os métacarpiens, articulations des phalanges des doigts).

» 3° Que les phénomènes perdent rapidement en éclat dès qu'on utilise non plus la région directement anticathodique, mais toute autre région même très voisine.

» 4° Que le jet anodique ne produit aucun effet perceptible. »

Dans les paragraphes précédents sont semés de ci de là bon nombre de détails qui intéressent la *technique de la cathodographie*. Nous allons ici rassembler ces détails et les préciser de façon à en déduire comme dans un tableau les conditions à réaliser pour accroître la perfection des silhouettes de Röntgen.

Une silhouette en général est d'autant plus nette que la source lumineuse est de surface plus restreinte, qu'elle est plus éloignée de l'objet, et que celui-ci est plus rapproché de l'écran sur lequel il porte ombre.

Devant le mur blanc d'une pièce éclairée par la longue flamme d'un bec de gaz à cheminée cylindrique, placez votre main les doigts écartés. Le mur est votre écran, vous y observerez l'ombre portée de votre main. Supposons une distance de deux mètres entre la flamme et la main, et 20 ou 30 centimètres de celle-ci au mur ; dans ces conditions, les effets à observer seront bien marqués. L'ombre est d'abord assez diffuse, ses contours sont flous, la pénombre

est notable. Mais priez un aide de réduire la flamme de moitié, et aussitôt vous verrez la silhouette gagner notablement en précision, elle sera beaucoup plus définie. Faites rendre à la flamme ses dimensions premières et modifiez la distance de votre main à l'écran : la rapprochez-vous du mur, l'ombre gagne en définition ; l'écartez-vous davantage, elle perd de plus en plus, la pénombre l'envahit progressivement. Transportez-vous devant un mur plus éloigné de la flamme, et pour une même dimension de celle-ci et une même distance de la main au mur vous avez une image plus nette que précédemment. La théorie très simple des ombres, que l'on trouve en tête de tous les traités d'optique, rend compte de ces phénomènes. — Évidemment, avec une source lumineuse de faible intensité, il faudra diminuer la distance de l'écran sous peine de n'obtenir plus qu'une ombre qui se distingue à peine de la plage éclairée. La netteté doit alors entrer en compromis avec la luminosité.

Ces considérations dictent d'abord la forme à donner à la cathode, ensuite les dispositions à adopter pour les objets, pour la paroi du tube source du rayonnement, et pour la plaque sensible qui sert d'écran (ou pour l'écran fluorescent).

La forme de la cathode doit être de préférence celle d'un miroir sphérique concave. D'après les principes exposés plus haut, les rayons cathodiques convergeront en son centre de courbure pour diverger ensuite. Ce centre doit se trouver assez rapproché de la paroi du tube. Il ne peut coïncider avec la paroi : trop facilement il l'échaufferait au point de la ramollir, ce qui entraînerait la ruine des tubes ; mais s'il en est voisin, le faisceau cathodique rencontre le verre suivant une plage circulaire restreinte qui constituera une source très abondante de rayons X. Poincaré est le promoteur de ce principe de construction. Les fabricants lui ont-ils donné l'attention que méritait la grande autorité de celui qui le proposait ? Nous ne savons.

Seguy recommande les tubes en boule à électrodes filiformes. Nous avouons ne pouvoir pas comprendre l'avantage qu'ils offriraient. La cathode filiforme dissémine les rayons cathodiques au lieu de les concentrer, la source des rayons X s'étend sur une surface notable.....

Ducretet préconise la forme poire allongée de grandes dimensions : 25 centimètres de longueur suivant le grand axe, sur 10 centimètres de largeur à la base de la calotte anticathodique. Un des principaux avantages de ces tubes serait, à cause de leur volume, de mieux tenir le vide. Cette forme est dérivée du tube de Crookes à croix d'aluminium.

La maison Geissler a adopté aussi la forme poire, mais elle a soin de donner à la cathode une forme assez concave. C'est l'idée de Poincaré et le dispositif que nous préférerions toujours.

Les tubes de S. P. Thompson décrits plus haut sont aussi fort à recommander.

La partie opaque des objets à cathodographier, les os, par exemple, s'appliquera toujours le plus possible contre la plaque.

Quelques doubles de papier aiguille forment un châssis excellent au point de vue de la faible épaisseur et de la transparence ; il a l'inconvénient de se percer très vite le long des plis et surtout aux coins. Le sachet en soie caoutchoutée livré par la maison Leybold's Nachfolger est beaucoup plus résistant. Il protège parfaitement la plaque contre la lumière du jour et son maniement est des plus commodes. Il est chargé en un instant.

Si les objets ne peuvent pas être amenés à moins de 10 ou 20 millimètres de la plaque, le tube devra être d'autant plus diaphragmé et d'autant plus éloigné du châssis. Pour une main d'homme fait appliquée par la paume sur le sachet de soie, un diaphragme de 18 millimètres d'ouverture et 12 à 15 centimètres du tube à la plaque nous ont donné une netteté irréprochable.

En dehors de la fluorescence et de la réduction des sels d'argent, on présume facilement que d'*autres influences* doivent être *exercées par les rayons X*. La communauté d'origine qu'ils ont avec les rayons cathodiques conduit tout naturellement à le penser.

Ainsi les rayons de cathode sont doués d'une énergie susceptible de produire de puissants effets calorifiques dont la mention se représente plusieurs fois au cours de ce travail. D'autre part, le phénomène de la fluorescence n'est-il pas lui-même une preuve de la faculté possédée par les rayons X de transformer leur énergie ?

Röntgen se demanda si les rayons X pourraient produire un effet calorifique. Les recherches qu'il institua dans ce sens restèrent infructueuses. Jusqu'ici d'ailleurs personne, que nous sachions, n'a réussi à mettre en évidence une action de ce genre dans le nouveau rayonnement.

Gossart et Chevalier, en cherchant à manifester le dégagement de chaleur qui se produit dans un tube de Crookes en même temps que la luminescence, découvrirent une action absolument nouvelle sur le radiomètre, action non pas calorifique, non pas de mouvement, mais d'arrêt.

On sait que le moulinet du curieux instrument dû à l'ingéniosité de Crookes se met à tourner dans son ampoule vide d'air à la seule présentation d'une source de chaleur même très faible. Ainsi, le radiomètre restant dans l'armoire fermée du cabinet de physique, nous lui présentons à un mètre de distance une simple allumette enflammée, et peu à peu, lentement, les ailettes sortent de leur immobilité et se mettent à tourner.

Or, chose étrange et absolument inattendue, placé devant un tube de Crookes très échauffé par le rayonnement cathodique, le radiomètre persiste dans son immobilité. On éteint le tube de Crookes, et recourant à un foyer calorifique auxiliaire, on imprime aux ailettes une rotation rapide, 15 tours par minute ; le courant est-il alors de nouveau envoyé dans le tube, le moulinet s'arrête,

se cale, après des oscillations d'autant plus rapides que le radiomètre est plus près du tube de Crookes.

Les ailettes du radiomètre sont donc soumises, en présence du tube à décharges, à un champ de force émanant du tube et qui va décroissant à mesure qu'on s'éloigne de celui-ci.

Righi a renouvelé cette expérience et trouvé ce nouveau résultat non moins curieux : l'arrêt du radiomètre n'a plus lieu si on baigne parfaitement toute sa paroi extérieure.

Faut-il d'ailleurs attribuer aux rayons X eux-mêmes l'effet obtenu par Gossart et Chevalier ? N'est-ce pas plutôt, comme le pense Raveau, un phénomène dû au champ électrique créé par le tube de Crookes ?

Les expériences de Rydberg montrent que l'interprétation de Raveau est la vraie. Toutes les actions exercées sur le radiomètre tirent leur origine de la couche bien connue d'électricité positive dont est couverte la surface extérieure anticathodique du tube de Crookes en activité. Le calage et les oscillations pendulaires autour d'une position d'équilibre se reproduisent exactement avec un conducteur de même forme que le tube et chargé positivement. En renfermant le radiomètre dans un cylindre de Faraday formé d'une feuille d'étain, qui n'arrête pas l'action photographique, on trouve que le rayonnement du tube n'y produit plus d'action mécanique (COMPTES RENDUS, 23 mars, p. 715).

La fluorescence des écrans et l'effet photographique rapprochent encore les rayons X des rayons ultra-violets ordinaires, — à tel point qu'il nous a été nécessaire d'établir au préalable qu'ils ne leur étaient pas identiques.

La distinction une fois prouvée, on s'est retourné du côté des analogies.

Une des plus curieuses propriétés des rayons ultra-violets consiste en ce qu'ils provoquent la décharge des

corps électrisés exposés à leur action. Hurmuzescu et Benoist en France, Dufour à Lausanne, Righi à Bologne, J.-J. Thomson à Cambridge, Borgmann et Gerchun à Saint-Pétersbourg, constatèrent presque simultanément une efficacité toute semblable dans les rayons X. On remarquera que, dans ces recherches, les corps électrisés soumis au rayonnement X étaient protégés contre toute action électrostatique par un cylindre de Faraday. Cette précaution était évidemment nécessaire, étant donné le mode de production de ce rayonnement.

Il s'en faut de beaucoup que les résultats des divers physiciens soient absolument concordants. Le signe des charges qui peuvent être dissipées n'est pas le même d'après tous les observateurs ; mêmes divergences sur la nature de la charge finale. Ces contradictions sont-elles dues à la diversité des tubes employés ? Ce doute s'impose d'autant plus impérieusement que divers tubes, ou même un tube unique mais diversement excité, ont fourni des coefficients de transmission différents pour le même échantillon. Quoi qu'il en soit, pour le moment il reste un fait bien établi, à savoir que le potentiel d'un corps électrisé, exposé aux rayons de Röntgen, ne peut conserver une valeur (absolue) très grande.

Un autre fait qui semble connexe de la propriété citée à l'instant, est l'abaissement du potentiel explosif, constaté par Swyngedauw pour les charges statiques, et avec beaucoup plus d'intensité pour les charges dynamiques. Bergmann et Gerchun l'ont également observé ainsi que Cave.

Les rayons X, nous l'avons vu, se modifient, se dégradent en excitant la fluorescence du platinocyanure de baryum. Ils se modifient aussi en exerçant le pouvoir qu'ils ont de décharger un corps électrisé. Peut-être y a-t-il là aussi dégradation, mais d'un autre genre.

Quoi qu'il en soit, *les rayons X, après avoir opéré cette*

*décharge, sont sensibles à l'action d'un électro-aimant.* Et c'est bien à la décharge qu'il faut attribuer cette transformation. A. Lafay, qui signale cette nouvelle et très curieuse propriété, l'a vérifié. Si le corps conducteur baigné par le rayonnement X n'est pas électrisé, ce rayonnement traverse impunément un champ magnétique intense, il n'est pas dévié par son action (COMPTES RENDUS, 23 mars, p. 703).

Chose plus étrange encore : *selon que les corps soumis à la décharge sont électrisés positivement ou négativement, les rayons X, agents de la décharge, subissent de la part des champs magnétiques des influences de sens contraires.*

La règle donnée par Hittorf pour les rayons cathodiques s'étend à ce nouveau phénomène. « Assimilons le flux de Röntgen à un faisceau de fils conducteurs, indéfinis, flexibles et sans poids. Lorsqu'ils traversent une lame électrisée positivement, ils permettent sa décharge et sont le siège d'un mouvement électrique qui s'écoule vers les points à potentiels plus faibles. Quand la lamelle est électrisée négativement, le sens du mouvement est de sens inverse. Dans les deux cas, les conducteurs se tordent sous l'action du champ magnétique, et le sens de cette déviation est donnée par la règle d'Ampère. »

Lafay appelle ces rayons modifiés *rayons X électrisés positivement* ou *négativement* suivant le cas.

Le fait que la règle d'Ampère s'applique aux rayons électrisés, rapproche singulièrement ces derniers de l'effluve à l'air libre et de la décharge dans les tubes de Geissler. Lafay croit pouvoir affirmer qu'il existe entre ces mêmes rayons électrisés *négativement*, se propageant dans l'air raréfié, et les rayons cathodiques, la plus grande analogie, *peut-être même identité absolue* (COMPTES RENDUS, 7 avril, p. 810).

Benoist et Hurmuzescu se sont servis du pouvoir de dissipation à l'égard des charges électriques pour étudier les *lois de la transmission et de la production des rayons X,*

— comme Röntgen et d'autres avaient étudié les mêmes lois au moyen des variations de la fluorescence et de l'action photographique.

La loi de l'inverse du carré des distances s'est retrouvée ici encore pour l'intensité. Mais le résultat qu'il importe surtout de remarquer, c'est l'*hétérogénéité* des rayons X. La proportion de rayonnement transmise par les couches successives égales en épaisseur d'un même échantillon homogène n'est pas constante. Si un dixième du rayonnement traverse par exemple la première couche, ce n'est pas seulement un dixième du résidu qui traversera la seconde couche égale, mais, par exemple, deux dixièmes. Ce qui veut dire que la première couche a opéré comme un triage dans les rayons X.

Si la fraction de rayonnement non absorbée par la première couche était de la même nature que la fraction absorbée, une nouvelle couche, identique à la première, absorberait à son tour les neuf dixièmes du résidu et n'en laisserait passer qu'un dixième. Mais deux dixièmes réussissent à la traverser : c'est que les rayons composant ce résidu sont d'une énergie moyenne supérieure à celle des rayons qui formaient le faisceau primitif. Les rayons X n'ont donc pas tous des propriétés égales ; il faut en distinguer de diverses classes.

Dès lors, ne conviendrait-il pas, lorsqu'on parle d'intensité de transmission, par exemple, de spécifier toujours de quelle propriété il s'agit ? de ne pas dire d'une façon générale : telle substance a tel coefficient de transmission pour les rayons X, mais de préciser comme ceci : tel coefficient de transmission à l'égard de telle propriété des rayons X. Les pouvoirs calorifique, lumineux et actinique ne sont pas uniformément répartis sur toute l'étendue du spectre solaire. Le pouvoir calorifique réside surtout dans le spectre infra-rouge, et l'actinique à l'autre extrémité. N'y a-t-il pas de même une première classe de rayons X

féconde en effets de fluorescence et inerte ou à peu près au point de vue électrique, une seconde très actinique et rien que cela, etc. ? Plusieurs auteurs semblent ne pas s'être arrêtés à ces considérations.

L'application la plus surprenante des rayons X, celle aussi qui s'annonce dès aujourd'hui comme la plus abondante en résultats d'une importance incalculable, est, sans aucun doute, la *cathodographie du squelette* dans le vivant. Ainsi que le fait remarquer Poincaré, on aurait pu craindre que les rayons X fussent non seulement absorbés, mais énergiquement diffusés par les milieux relativement opaques, tels que les chairs. Dès lors, ils se trouvaient dans l'impossibilité de traverser tout corps un peu épais. Il n'en est rien. Et l'on peut nourrir l'espoir fondé d'arriver à pénétrer toute l'épaisseur du corps humain, du moins avec des poses prolongées, dès que les procédés d'intensification des rayons X auront été poussés un peu plus avant.

Bien mieux : c'est beaucoup moins l'arrêt des rayons X par les corps épais qu'il faut craindre, que le danger de les voir traverser les os presque à l'égal des chairs, — résultat dûment constaté par S. P. Thompson, malgré toute son apparence paradoxale. Quelles surprises ces étranges rayons X ne nous réservent-ils pas encore ?

S. P. Thompson nous a appris plus haut qu'il n'y avait rien à gagner à pousser le vide au delà de la limite qu'il nous a si nettement précisée. Une première raison est qu'alors le tube risque beaucoup d'être percé par une étincelle. La seconde est le fait que nous signalons : quand le vide est exagéré, les rayons X pénètrent non seulement la chair, mais aussi les os (COMPTES RENDUS, 7 avril, p. 809).

A condition d'éviter cet excès, ou plutôt, sans doute, à condition de régler le degré de vide employé sur l'épaisseur des tissus à pénétrer avant d'atteindre les os à catho-

dographier, le rayonnement röntgénien fera faire à la chirurgie des progrès remarquables (1).

Rappeler ici, en les groupant, quelques-uns des principaux résultats déjà obtenus montrera ce que l'on peut attendre de la nouvelle méthode.

La première application pratique de la cathodographie à la chirurgie semble avoir été faite par Mosetig de Vienne. Il s'agissait d'un dédoublement de la phalange du gros orteil. La diagnose ordinaire ne pouvait distinguer entre ces deux os le surnuméraire de celui qui était vraiment articulé avec la phalange moyenne ; en conséquence l'amputation avait été décidée. Mais une röntgénographie montra qu'une des deux phalanges formait le joint normal, tandis que l'autre n'était en somme qu'une excroissance osseuse. Avec cette épreuve, il fut aisé au chirurgien d'enlever l'extra-phalange.

Vinrent ensuite les recherches du professeur Lannelongue et des docteurs Oudin et Barthélemy. Ils obtinrent, au travers des tissus de la cuisse, l'image d'un fémur atteint d'ostéomyélite (2). Les régions où le tissu osseux était demeuré intact avaient arrêté les rayons ; ceux-ci avaient au contraire traversé la partie où le tissu osseux avait été détruit. Ils appliquèrent le même procédé à une main dont le médius était atteint d'ostéite tuberculeuse ; l'os de la première phalange étant gonflé avait intercepté les rayons sur une plus grande largeur que ne

(1) On a déjà reconnu de grands avantages à l'emploi non pas de tubes vidés et scellés, mais d'ampoules non fermées, reliées à la trompe à mercure, et dans lesquelles on entretient pendant la pose le degré de vide convenable. Si les vues énoncées dans le texte sont exactes, ces avantages seraient encore bien plus marqués.

(2) C'est bien ainsi que la REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES (30 janvier, p. 55, fig. 4) présente les choses. Mais, à dire vrai, l'inspection de la figure nous fait concevoir des doutes sur l'exactitude de la légende qui l'accompagne. On ne voit pas la moindre trace des chairs ni même des autres os avec lesquels le fémur est articulé. Ne serait-ce pas un fémur complètement isolé qui aurait été cathodographié ?

l'eût fait l'os normal. Un troisième objet fut un genou guéri d'une ostéoarthrite de nature tuberculeuse ; un quatrième, la cuisse d'un enfant de huit ans affectée d'une ostéite de la diaphyse fémorale.

En résumé, concluaient les auteurs, l'examen par la nouvelle lumière n'a apporté aucun renseignement resté inaperçu, — ils se devaient ce modeste témoignage ; — mais il a été de tous points conforme aux indications fournies par la clinique. Il confirmait en outre, dans un des malades, le fait de la disparition des cartilages, et montrait la nature fibreuse d'une ankylose, — ce qui avait été conjecturé.

Mais les rayons X ont fourni bientôt des renseignements où toute l'habilité du diagnostic se trouvait en défaut.

C'est ainsi que P. Delbet put découvrir et extraire, grâce à une cathodographie, une aiguille implantée dans la main. Des tentatives avaient été faites par d'autres chirurgiens pour la trouver et l'extraire, mais en vain. L'épreuve la montra au niveau du cinquième métacarpien.

Une autre épreuve permit au même chirurgien de préciser dans une main le siège d'une balle de revolver reçue il y a douze ans. Chose curieuse : on cherchait une balle, et on en trouva deux. La cathodographie montre que le projectile a rencontré le troisième métacarpien, s'est coupé sur lui de telle sorte qu'une moitié est restée contre cet os, tandis que l'autre a cheminé jusqu'à ce qu'elle fût arrêtée par le métacarpien suivant. *Aucun de ces fragments n'est perceptible à la palpation la plus attentive*. Supposons que, sans l'aide des rayons röntgéniens, on eût été à la recherche de cette balle : on se serait estimé fort heureux d'avoir trouvé un corps étranger. Il est bien probable qu'on n'eût pas songé à en chercher un second, le malade étant certain qu'un seul avait pénétré, et les accidents auraient pu persister comme avant l'opération (COMPTES RENDUS, 23 mars, p. 726).

Ailleurs, dans un cas de fracture de la tête d'un os métacarpien, le diagnostic n'avait pu être sûrement établi à l'exploration ordinaire, à cause de l'œdème ; tandis que, sur la cathodographie, la fracture fut immédiatement évidente (Imbert et Bertin-Sans).

Zenger a présenté à l'Académie des sciences de Paris l'image d'une main atteinte de syringomyélie ou maladie de Morvan. Les premiers articles ont déjà disparu, coupés. On distingue la destruction progressive des os, les parties atteintes présentant une transparence plus grande (temps de pose 1 h. 30 m.).

H. W. Cattell, de l'Université de Pennsylvanie, dignostiqua le dédoublement d'un des os du carpe et des phalanges compliqué d'unions osseuses dans un cas de polydactylie.

Et s'il nous est permis de dire un mot des résultats obtenus par nous-même, nous avons cathodographié, en 20 minutes, le bras cassé il y a trois mois d'un jeune homme de quatorze ans. L'image, grâce à l'emploi d'un diaphragme, est très bonne (tube à 20 cm. de la plaque) ; elle montre clairement les soudures du radius et du cubitus.

Plus récemment, un jeune enfant de quatre ans, atteint de carie au second métacarpien, nous fut amené. Il devait être opéré le lendemain par MM. les docteurs Lebrun et Bibot, de Namur. Le tube fut mis à 20 cm. de la plaque et le diaphragme de 18 millimètres d'ouverture appliqué sur le tube. En six minutes de pose, nous obtînmes une très bonne image. Malgré l'œdème, on y reconnaît au premier coup d'œil l'os malade gonflé et plus opaque que ses congénères. En haut, vers le doigt, on voit, ouverte du côté du pouce, une forte échancrure, siège de la maladie. On y aperçoit même deux fissures sur les bords et l'on distingue la partie encore saine de l'os de celle que la carie a attaquée.

Tels ou tels détails guidèrent les chirurgiens dans l'opération qui fut faite le lendemain.

Laissant le périoste, qui reconstituera un nouvel os à la main malade, ils sectionnèrent l'os à la hauteur du cartilage de conjugaison et, en bas, au point indiqué par la cathodographie comme non encore attaqué, et enlevèrent le sequestre. Le pansement fut fait à l'iodoforme, un drain fut laissé dans la plaie et la main entourée d'un bandage d'au moins deux centimètres d'épaisseur.

Huit jours plus tard, l'enfant fut ramené au laboratoire, et une nouvelle cathodographie fut prise, comme nous nous proposons de le répéter un certain nombre de fois pendant la convalescence.

Le tube fut éloigné de 25 centimètres de la plaque, afin de prévenir l'effet de pénombre qui était à craindre, vu l'impossibilité où nous étions, en raison du bandage, d'appliquer la main de l'enfant directement sur le sachet de soie renfermant la plaque. Le diaphragme était de 18 millimètres d'ouverture. Nous donnâmes 15 minutes de pose.

L'objet était difficile. Naturellement l'image n'est pas comparable à la première. Néanmoins on distingue très bien les métacarpiens, les phalanges des doigts. Mais nous ne fûmes pas peu surpris de trouver l'os opéré absolument opaque. On reconnaît très bien la partie qui a été reséquée, mais pourquoi ce vide est-il si opaque? On n'avait laissé que le périoste, qui est fort transparent, et la formation calcareuse, si elle avait déjà commencé, devait être extrêmement peu avancée. Nous eûmes bientôt l'explication du fait.

La tache noire qui marque la place de l'os se continue vers le haut, irrégulière, et forme même un magma très-prononcé. C'est le drain ; mais il est en catgut ; il ne semble pas que cette substance doive être si opaque. — Non, sans doute, mais elle est imprégnée d'*iodoforme*.

Ce souvenir fut une lumière. L'iodoforme, en vertu de l'iode dont il est composé, est extrêmement opaque aux rayons X. C'est lui qui, plus haut sur la main, amassé en

un magma d'un noir intense, a teint de la même couleur le drain, et pénétrant toute la cavité du périoste a déterminé son étrange opacité.

Nous n'avions pas prévu cette circonstance. Mais nous en conclurons que, dans toutes les interventions chirurgicales où l'on voudra suivre la régénération de l'os au moyen de la cathodographie, il sera nécessaire d'éviter avec soin tout antiseptique dont la molécule renfermerait quelqu'un des corps que Meslans nous a indiqués comme donnant de l'opacité à leurs composés, et se resteindre à l'emploi de ceux qui, ne renfermant que du carbone uni à l'hydrogène, l'oxygène ou l'azote, sont d'une grande transparence aux rayons X (1).

A cette occasion, nous avons fait, avec le R. P. Thirion, l'essai sommaire de la plus ou moins grande transparence de divers antiseptiques. L'iodoforme s'était montré fort opaque ; nous le prîmes comme terme de comparaison. Voici nos résultats :

Iodoforme : composants C, H, I. Opaque.
Sublimé corrosif : composants Hg, Cl. Opaque.
Dermatol : composants C, H, O, Bi. Opaque.
Permanganate de potassium : composants O, K, Mn. Opaque.
Phénol : composants : C, H, O. Assez transparent.
Tannin : composants C, H, O. Transparent.
Acide borique : composants Bo, O, H. »
Naphtaline : composants C, H. »
Naphtol $\alpha$ : composants C, H, O. »
Thymol : composants C, H, O. »
Salol : composants C, H, O. »

Il est évident que nous ne donnons qu'à titre d'exemples

(1) En général, vu les résultats annoncés par Bleunard et Labesse (COMPTES RENDUS, 23 mars, pp. 723-725), il faudra, semble-t-il, éviter les composés renfermant un ou plusieurs éléments de poids atomique élevé.

ces quelques indications recueillies rapidement sur des des corps dont la valeur dans les pansements est très inégale.

Remarquons toutefois que, d'après Crinon (*Revue des médicaments nouveaux*, 4e édition, 1895, p. 356), le salol est fort usité en chirurgie pour le pansement des plaies, et les praticiens tendent à substituer son emploi à celui de l'iodoforme. Or, comme nous l'avons vu, il est transparent au rayonnement de Röntgen. Son utilité augmenterait d'autant.

Ainsi donc, confirmation d'un diagnostic chirurgical plus ou moins douteux dans les luxations et les fractures, établissement du diagnostic que les circonstances spéciales rendent difficile ou même impossible, vérification à travers les bandages du succès d'une intervention chirurgicale dans la réduction d'un os brisé, par exemple, surveillance de la régénération d'une partie osseuse reséquée : voilà ce que, telle qu'elle est, la cathodographie est capable de faire très parfaitement si l'on y apporte le soin convenable. N'est-ce pas déjà un champ suffisamment vaste d'applications infiniment utiles ? Et n'y a-t-il pas en cela seul de quoi exciter notre admiration et notre reconnaissance pour l'homme que cette étonnante découverte a fait un des bienfaiteurs de l'humanité ?

Mais l'on entrevoit mieux encore. Déjà Meslans nous fait remarquer que, les nerfs et le sang étant d'inégale transparence relativement aux muscles, on pourra sans doute arriver à les différencier d'avec ces derniers. Zenger a produit une photographie où l'on distingue les muscles moteurs. Bientôt, sans aucun doute, si ce n'est déjà fait, on atteindra les organes intérieurs. Que la chose soit possible en principe, ce qui précède le dit déjà ; mieux encore, nos photographies de grenouilles le montrent, sur une petite échelle, bien certainement, mais enfin elles établissent le *principe*. On y voit un commencement assez net de différenciation des divers organes. Le fait que la

cavité pectorale est fermée de tous côtés ne sera peut-être pas un obstacle : car on pourrait d'abord diriger le rayonnement à travers l'intervalle des côtes sur un seul des poumons, par exemple, de façon à ne rencontrer ni le sternum, ni la colonne vertébrale. Et puis, le procédé de Ch. Henry n'est-il pas ou ne deviendra-t-il pas applicable ici? Son sulfure phosphorescent ne pourrait-il pas atténuer assez bien les ombres des corps opaques qui enserrent la poitrine pour permettre d'obtenir celles du cœur, des poumons, etc.

Un ratelier, un objet métallique, pièce de monnaie ou autre, un tube dans une opération chirurgicale peuvent par accident passer dans le tract intestinal. Les rayons X pourraient peut-être les y localiser. Les calculs rénaux ou vésicaux pourraient être reconnus par la cathodographie.

On a énoncé le vœu de voir s'organiser dans les grandes villes un service de röntgénographie auquel les médecins et les chirurgiens pourraient envoyer leurs clients, tout comme ils les adressent au pharmacien pour la préparation des médicaments qu'ils leur prescrivent. Sous la direction des praticiens, on exécuterait la cathodographie de tel ou de tel membre lésé. Les grands hôpitaux, où sont amenées les victimes de tant d'accidents, devraient, eux aussi, avoir l'outillage nécessaire pour prendre sans délai les silhouettes röntgéniennes requises pour le diagnostic (H. W. Cattell, dans SCIENCE, March 1896).

Quel plus immense progrès encore, si la découverte d'Édison était confirmée et que la fluorescence des écrans pût vraiment remplacer la photographie, même dans les cas difficiles! Ce serait presque à découvert alors que l'on observerait les lésions internes de tous genres pour en diagnostiquer la nature, vérifier l'efficacité du traitement, suivre les progrès de la convalescence. C'est d'une main plus ferme et sûrement dirigée que le chirurgien appliquerait les merveilleuses ressources de son art. Que sais-je encore?

J'ai parfois entendu des personnes peu confiantes dans la clinique des maladies internes souhaiter plaisamment que nous eussions une petite fenêtre par où l'on pût regarder dans l'intérieur du corps. Ne sommes-nous pas sur le point d'avoir trouvé la lunette magique qui nous permettra de pénétrer ces secrets de la nature?

Il est difficile de conjecturer où aboutira le nouveau chemin ouvert par Röntgen à la science, et où tant de volontés énergiques et d'esprits ingénieux se sont engagés à sa suite.

*Théories.* — Mais si les rayons X projettent déjà tant de lumière dans mille cachettes jusqu'ici insondables, et nous en promettent de bien plus éclatantes encore dans un avenir prochain, qu'eux-mêmes, que leur nature intime est pleine d'obscurité et de mystère !

On l'a remarqué dix fois au cours de ce travail : des propositions même bien établies, semblait-il d'abord, se montrent vacillantes ; les résultats obtenus par les divers chercheurs sont contradictoires, de nouvelles propriétés énigmatiques apparaissent, les points d'interrogations surgissent partout.

Sur un terrain aussi mouvant, quelle théorie bâtir ?

On jette les fondements de plusieurs, ou plutôt on en esquisse le plan. Nous ne pourrons que les citer : leur exposé nécessiterait des développements disproportionnés avec la longueur de cet article.

Une première théorie est radicale : il y a bien ici de nouveaux phénomènes, mais non un nouvel agent. Tout s'explique — un peu vaguement, il est vrai, — par une sorte d'effluve électrique, d'induction. Il n'y a pas de rayonnement spécial.

Viennent ensuite deux théories positives.

L'une, qui recourt aux vibrations longitudinales de l'éther, ce remède des cas désespérés, comme les a appelées quelqu'un. L'apparition de cette théorie, qui renaît de

ses cendres à chaque nouveau mystère à expliquer, a été accueillie avec un léger sourire. Aujourd'hui l'on voit des noms grandement respectés dans la science la soutenir de leur autorité (Röntgen, Kelvin, Lodge, J.-J. Thomson).

La seconde, qui, elle aussi, compte des champions de valeur (Schuster, Lodge, Raveau), voit dans les rayons X des radiations transversales de période très courte, plus simplement des rayons ultra-violets. Déjà nous avons indiqué plusieurs analogies entre les rayons X et les rayons ultra-violets ordinaires. D'ailleurs la théorie prévoirait pour les vibrations extrêmement rapides les propriétés les plus saillantes des rayons X. Cette dernière remarque, due à C. Raveau, attirera facilement les sympathies à la théorie des *ultra-ultra-violets*.

*Découvertes connexes de celle des rayons X.* — Nous n'avons décrit dans les pages précédentes que la production des rayons X au moyen des tubes à vide. C'était le sujet que nous nous étions proposé de traiter.

L'apparition des rayons X donna l'impulsion à une foule de recherches des plus variées, et bientôt on vit surgir de nouveaux moyens de photographier au travers des corps opaques. Étaient-ce encore les rayons X eux-mêmes, ou une classe nouvelle de rayons X apparentés avec ceux de Röntgen, ou enfin un agent de nature toute différente ? Nous inclinons vers la seconde hypothèse. Voici brièvement les principaux faits.

On se rappelle les anciennes expériences de Latchinoff et Moniusko citées plus haut ; nous n'y revenons pas.

En janvier dernier, G. Moreau obtint la photographie d'objets métalliques à travers des corps opaques au moyen de la seule aigrette d'une bobine d'induction, sans tube de Crookes. Par une anomalie curieuse, l'aigrette des machines électrostatiques a été trouvée inactive.

Un peu plus tard, Ch. Henry, continuant ses expériences sur le sulfure de zinc phosphorescent, put vérifier, dans

un cas particulier, l'hypothèse suggestive émise par H. Poincaré dans son article sur les rayons X. « Ainsi, dit l'illustre physicien, c'est le verre qui émet les rayons Röntgen, et il les émet en devenant fluorescent. Ne peut-on alors se demander si tous les corps dont la fluorescence est suffisamment intense n'émettent pas, outre les rayons lumineux, des rayons X de Röntgen, *quelle que soit la cause de leur fluorescence ?* »

Henry trouva que le sulfure de zinc phosphorescent, impressionné par la lumière d'un ruban de magnésium pendant une seconde, et aussi par la lumière diffuse du jour pendant deux heures, fournissait des rayons traversant le papier noir comme les rayons Röntgen.

Il a même pu établir le principe d'un accumulateur de cette lumière. On sait que la chaleur précipite l'émission lumineuse des corps phosphorescents. Henry a eu l'idée que, réciproquement, les froids intenses doivent entraver cette émission, et l'expérience a pleinement confirmé cette induction. Il plonge dans un mélange réfrigérant à —79° un tube rempli de sulfure de zinc venant de subir l'illumination. La partie qui émerge perd sa lumière rapidement et plus ou moins complètement. Lorsqu'on retire le tube du mélange réfrigérant, la partie immergée a perdu tout éclat. Mais si l'équilibre de température se rétablit, cette partie redevient très brillante et l'émission de lumière s'opère. Il serait donc facile d'imaginer un dispositif permettant d'emmagasiner la lumière solaire et de la restituer à l'heure voulue.

G. H. Niewenglowski, Becquerel et Troost continuèrent la vérification de l'hypothèse de Poincaré sur diverses substances phosphorescentes ou fluorescentes (1). Ils

(1) Nous rappelons ici que les auteurs emploient indifféremment, au sujet des faits que nous rapportons, les dénominations de phosphorescence et de fluorescence, ou, tout au moins, que si chacun d'eux se borne à n'employer qu'un de ces deux termes, les uns diront *phosphorescence* où les autres parleront de *fluorescence*. Nous nous en autorisons pour dire l'un ou l'autre à volonté, et pour employer aussi le terme plus vague et par là-même plus exact, pour le moment, de *luminescence*.

trouvèrent dans plusieurs de ces substances des radiations invisibles capables de traverser les corps opaques. Nous ne rappellerons que les sels d'urane, étudiés par Becquerel, et la blende hexagonale artificielle observée d'abord par Troost.

Les nombreuses et très attentives recherches de Becquerel le conduisirent à un résultat tout à fait imprévu.

Il y a *indépendance absolue entre l'émission de ces nouvelles radiations invisibles et l'émission des radiations visibles par phosphorescence* (Becquerel, COMPTES RENDUS, 23 mars, p. 693, et 30 mars, p. 763).

Ainsi le sulfate double d'uranyle et de potassium perd sa phophorescence visible un centième de seconde après l'insolation, tandis que, plongé dans l'obscurité pendant plusieurs jours, il continue encore à émettre des radiations invisibles capables de traverser les corps opaques.

En outre, dans certaines substances, qui auront joui à un moment donné de cette nouvelle activité, la phosphorescence même très vive ne sera pas toujours nécessairement accompagnée de radiations invisibles. Des échantillons de sulfure de calcium et de blende hexagonale artificielle, d'abord très riches en radiations nouvelles, sont peu à peu devenus inertes. L'échauffement, l'insolation, les décharges électriques purent éveiller à nouveau et vivement leur phosphorescence ; les radiations invisibles restèrent éteintes.

Enfin, preuve suffisante à elle seule de l'indépendance annoncée, les sels uraneux qui ne sont pas phosphorescents émettent des radiations invisibles.

Ces faits pourraient peut-être jeter un certain doute sur l'*explication donnée par d'Arsonval aux expériences de G. Le Bon*. Ce dernier avait cru reconnaître, dans le flux lumineux d'une lampe à pétrole, l'existence de radiations actiniques susceptibles de traverser des plaques métalliques épaisses. Quelques expérimentateurs renouvelèrent

avec succès les expériences de Le Bon ; d'autres n'obtinrent aucun résultat.

D'Arsonval, comparant attentivement les conditions de ces divers essais, fit cette observation : il n'y avait eu d'impression photographique derrière l'écran métallique que là où, entre la source lumineuse et la plaque sensible, on avait intercalé une *lame de verre*. C'était cette dernière sans doute qui était la source des radiations invisibles.

Il soumit cette idée au contrôle de l'épreuve et de la contre-épreuve expérimentales et en vérifia l'exactitude. En opérant comme Aug. et Louis Lumière, c'est-à-dire en exposant aux rayons solaires une plaque sensible protégée par un écran métallique même très mince, il n'obtint aucune impression. Interposant ensuite entre la plaque métallique et les rayons solaires une lame de glace, il constata à la longue une faible impression de la plaque sensible.

Les meilleurs résultats furent donnés par les verres qui émettent une fluorescence jaune verdâtre sous la lumière de l'étincelle électrique. Les verres d'urane se montrèrent spécialement actifs.

De ces expériences et de quelques autres encore, d'Arsonval conclut d'abord que, dans les expériences de G. Le Bon, le verre avait agi par sa fluorescence ou par une propriété intimement unie à cette fluorescence ; plus généralement, que les corps fluorescents jouissent des propriétés des rayons X, conformément à l'hypothèse de H. Poincaré, et que, en fin de compte, le rôle des rayons cathodiques dans les expériences de Röntgen se bornait à exciter la fluorescence du verre spécial composant l'ampoule de Crookes.

Dans cette dernière affirmation, le savant académicien oubliait, peut-être, le résultat obtenu par Röntgen lui-même et rapporté plus haut : « Les rayons ne se produisent pas seulement dans le verre. Je les ai obtenus dans un appareil fermé par une lame d'aluminium de

$2^{mm}$ d'épaisseur. » Il est vrai que cette fenêtre devient elle-même luminescente, dès qu'il s'est formé un peu d'alumine à sa surface (Guillaume, *Les Rayons X*, p. 67, note 1). Encore n'est-il pas démontré ni que la fenêtre d'aluminium de Röntgen fût oxydée, ni que la faible luminescence qu'elle aurait manifesté pût rendre compte du rendement en rayons X observé par Röntgen.

Puis, Becquerel, nous l'a dit, il y a radiations invisibles là où il n'y a pas luminescence. Enfin, il peut y avoir fluorescence tout contre la plaque sensible sans qu'il y ait impression, comme dans l'expérience du R. P. Thirion citée plus haut.

Il reste bien probable que l'effet obtenu par Le Bon doit être attribué au verre placé devant les plaques sensibles. Mais que ce soit la fluorescence du verre qui soit en action, ou une autre propriété connexe de la fluorescence, ou enfin une propriété indépendante de la fluorescence, nous ne savons.

On le voit, l'agent mystérieux des phénomènes nouveaux se dérobe, nous nargue malicieusement, et nous laisse ébahis à la vue de ses caprices. Tantôt il apparaît avec la luminescence, mais s'obstine à lui survivre. Puis, celle-là renaissant, il lui refuse sa compagnie. Enfin, il s'affectionne à des séjours dont la luminescence est bannie. Voilà bien les caractères de l'indépendance absolue.

Mais donnons encore quelques détails sur les propriétés qui lui ont été reconnues.

Les radiations émises par les sels d'uranium, — pour parler de ceux que Becquerel a spécialement étudiés, — semblent jouir d'un *pouvoir de pénétration très remarquable à l'égard de diverses substances ;* elles traversent la plupart des corps et, en particulier, les métaux, plus facilement que ne le fait le rayonnement Röntgen. Le platine et le cuivre, par exemple, ne leur sont pas aussi impénétrables qu'aux rayons X.

La loi de leur absorption en fonction de l'épaisseur des substances à traverser n'a pas encore été déterminée, que nous sachions.

Cela pourtant serait extrêmement intéressant à connaître au point de vue des applications. Et l'on souhaite d'autant plus vivement voir aborder cette question que Troost, en présentant la blende hexagonale artificielle, avait fondé sur son emploi les plus grandes espérances. Cette substance pourrait, pensait-il, remplacer dans les recherches médicales les tubes de Crookes, qui ont le grand défaut d'être coûteux — en France surtout — et d'un maniement délicat. Troost en effet avait réussi à obtenir, à l'aide d'un échantillon de blende, la silhouette d'objets de métal placés sur une plaque photographique dans une boîte de carton fermée. Le savant académicien insinuait que l'on pourrait fixer par un bandage convenable la blende ainsi que la plaque au gélatinobromure au membre à photographier. Pendant la pose, au lieu d'être réduit à une immobilité gênante, pénible même, le patient aurait pu circuler, se livrer à ses occupations ordinaires. C'était l'idéal à bon marché.

Il y avait bien un inconvénient dans ce fait, déjà signalé, que la blende de Troost peut perdre ses radiations invisibles ; mais il suffisait de lui substituer les sels d'urane qui, eux, sont remarquablement constants dans leur activité.

Il n'est pas probable que l'on soit resté jusqu'ici sans tenter aucun essai de photographie du squelette dans le vivant au moyen de ces substances, car Troost émit son projet à la séance du 9 mars de l'Académie des sciences de Paris. Le silence gardé jusqu'ici sur les résultats semblerait indiquer qu'ils n'ont pas réussi.

Au surplus, en présence des poses très réduites, qui suffisent aujourd'hui, grâce aux perfectionnements de Meslin, d'Imbert et Bertin-Sans, de Chappuis et de S. P. Thompson, pour obtenir des cathodographies, l'avan-

tage espéré par Troost a perdu une bonne partie de sa valeur.

Outre le passage à travers les corps opaques, *les radiations des sels d'urane* ont ceci de commun avec les rayons X qu'elles *déchargent les corps électrisés* (Becquerel).

Mait elles s'en écartent considérablement par plusieurs caractères très importants. Les radiations invisibles des sels d'urane *se réfléchissent* sur les surfaces métalliques et, dans le verre, *se réfractent* et se réfléchissent totalement. Enfin, Becquerel a mis en évidence leur *double réfraction* et, du même coup, la *polarisation* des deux rayons et leur inégale absorption au travers de la tourmaline.

Ces radiations invisibles sont donc constituées par des vibrations transversales, et, si l'hypothèse qui voit dans les rayons X aussi des vibrations transversales très rapides est la vraie, on pourrait penser avec quelque vraisemblance que ces radiations invisibles forment la transition entre les rayons X et les rayons ultra-violets ordinaires. La réflexion et la réfraction seraient une indication dans ce sens (Guillaume).

Mais, pour le moment, nous le répétons, à raison de la complexité des problèmes, vu les résultats parfois contradictoires obtenus par les observateurs, toute théorie est nécessairement hasardeuse. — Peut-être en sera-t-il ainsi longtemps encore.

Le premier travail qui s'impose est, certes, la définition exacte des conditions essentielles des divers phénomènes, leur classement, le départ de ceux qui appartiendraient de fait à un ou à deux nouveaux agents et de ceux qui viendraient d'ailleurs, par exemple du champ électrique ou électromagnétique créé par les tubes de Crookes.

Tout cela est encore confondu, et le chapitre des radiations invisibles de Röntgen ou de Becquerel est un peu à l'état chaotique.

Volontiers, à la vue du désarroi où se trouvent les

hommes de la science devant ces nouveaux et mystérieux phénomènes, je me représente Dieu s'adressant à Job et lui disant : « Dis-moi, connais-tu toutes choses ? Sais-tu quelles sont les voies de la lumière et où vraiment se trouvent les ténèbres ? » *Indica mihi si nosti omnia. In qua via lux habitet et tenebrarum quis locus sit* (38, 19, 20). Et plus d'une fois, au cours des progrès de la science, jetant un regard en arrière sur ses théories, hâtives les unes, les autres péniblement élaborées, le savant doit répondre avec Job : « J'ai parlé à la légère. » Devra-t-il aussi dire : « Je mettrai ma main sur ma bouche (pour m'imposer silence à moi-même) : j'ai dit une chose que je n'aurais pas dû dire, et une autre à laquelle je n'ajouterai rien » ?

Si sa science l'a rempli d'une vaine et superbe complaisance en lui-même et lui a fait oublier Dieu, le grand Sage et le grand Maître, s'élever même contre Lui et nier jusqu'à son existence, oh ! oui, que le savant se mette la main sur la bouche et rétracte ces écarts insensés : *Vani sunt homines in quibus non subest scientia Dei*. Mais après cet aveu plein d'une humilité qui l'exalte au lieu de l'abaisser, puisqu'elle est la vérité, qu'il se retourne encore vers ce monde que Dieu a livré à ses recherches, qu'à l'œuvre il sache reconnaître l'Artisan, admirer les perfections du Maître du monde, et dans la beauté et dans la magnificence de la créature adorer le Créateur. Voilà son rôle ! Combien, hélas ! l'oublient.

J. D. Lucas, S. J.

---

# L'EXPÉDITION BELGE

PROJETÉE AUX

# RÉGIONS ANTARCTIQUES (1)

Les voyages d'exploration si remarquables dont régions polaires ont été le théâtre depuis quelques anné la gloire que se sont acquise les Nordenskjöld, Nansen et les Peary, ont excité parmi les marins et voyageurs une émulation qui a gagné la Belgique e même. Un jeune lieutenant de la marine de l'État, M. de Gerlache, a conçu le projet d'organiser et de diri une expédition belge dans les mers antarctiques.

Ce projet a rencontré auprès de tous ceux qui s'intéres au progrès des sciences géographiques un accueil plus favorables, et plusieurs savants de mérite ont sp tanément offert à l'expédition projetée leur concours a et entièrement désintéressé.

Les lecteurs de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQ liront sans nul doute avec intérêt quelques renseig ments sur cette tentative courageuse. Ils trouveront d les pages qui vont suivre un rapide exposé de l'état ac de nos connaissances sur la région polaire australe

(1) Communication faite à la Société scientifique de Bruxelles, dan assemblée générale du mardi 14 avril 1896.

Les cartes qui accompagnent cet article, grâce à l'obligeance de M. J Fief, ont paru dans le BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ROYALE BELGE DE GÉOGRA XXe année, n° 1, janvier-février 1896.

UNIV OF MICH

leur permettra de fixer dans leur esprit les limites qui séparent la zone déjà explorée de celle où l'expédition future pourra faire des découvertes. Ils y trouveront ensuite un court aperçu des caractères particuliers des contrées antarctiques et des difficultés exceptionnelles qu'y rencontre la navigation; enfin quelques détails sur l'organisation de l'expédition, le plan de campagne de son jeune chef, l'itinéraire qu'il se propose de suivre, les recherches auxquelles comptent se livrer les savants qui l'accompagnent.

Deux grands faits, deux circonstances capitales caractérisent, au point de vue géographique, l'hémisphère austral, et lui donnent, comparé à l'hémisphère boréal, des traits nettement distincts.

Le premier est l'existence, sous les latitudes correspondantes à celles qui traversent l'Europe septentrionale, d'un océan qui fait le tour entier du globe.

Les trois grandes masses continentales de l'hémisphère sud se terminent, au midi, par des pointes largement arrondies, à d'énormes distances du pôle. L'*Afrique* finit au *cap de Bonne-Espérance*, sous le 35e parallèle, à 6000 kilomètres du pôle. L'*Australie*, en négligeant la *Nouvelle-Zélande* et quelques petites terres insulaires, se termine avec la *Tasmanie*, à 5600 kilomètres de ce même point. L'*Amérique* enfin s'allonge jusqu'au *cap Horn*, situé sous le 56e parallèle, à 3800 kilomètres du centre de convergence de tous les méridiens.

Au delà de ce 56e parallèle roulent les vagues d'un océan *circumterrestre*, vaste ceinture enceignant la rotondité entière du globe, et qui, à l'endroit de son plus fort rétrécissement, entre le *cap Horn* et la *Terre de Graham*, mesure encore plus de 1100 kilomètres de largeur.

Le second trait essentiel de la région antarctique est l'existence presque certaine d'une vaste étendue de terres continentales, occupant la partie centrale de la calotte

polaire. Tous les navigateurs, en effet, aussi bien ceux partis de l'Australie que ceux descendus de la Patagonie, des îles du Pacifique ou de tout autre point de la circonférence terrestre, et qui, franchissant l'océan austral, se sont avancés droit au sud, ont été arrêtés dans la marche vers le pôle soit par des côtes, souvent hérissées de montagnes couvertes de neige, soit par des falaises de glace, indice révélateur du voisinage de vastes surfaces émergées.

Les terres reconnues jusqu'ici forment quatre massifs principaux, disposés sous le cercle polaire, tout autour de la sphère terrestre.

Le premier se compose des terres *Graham* et *Alexandre*, situées au sud du cap Horn. Elles ont été découvertes par le navigateur russe Bellinghausen en 1820, reconnues avec plus d'exactitude par le capitaine anglais John Biscoe en 1831, et explorées de nouveau, à plusieurs reprises, dans ces dernières années. Faut-il y voir la partie avancée d'un continent austral ? Ne sont-elles, au contraire, qu'un archipel prolongeant vers le sud les îles *Shetlands ?* Le problème est encore à résoudre. Toujours est-il que leur masse, d'abord compacte, s'étalant largement sur les cartes, se désagrège, se décompose de plus en plus, au fur et à mesure qu'on la connaît mieux, en îles et en terres dictinctes, séparées par une vaste ramification de détroits.

Un second groupe, situé au sud-est de l'Afrique, se compose des terres dites de *Kemp* et d'*Enderby*. Cette dernière a été aperçue, en 1831, par Biscoe, qui en a longé les contours sur une longueur de 185 kilomètres environ.

Un troisième groupe, plus étendu que les deux précédents, se rencontre au sud de l'Australie. Ce groupe, qui a reçu d'un navigateur américain le nom générique de *Terres de Wilkes*, se compose d'un long chapelet de côtes, pas très éloignées les unes des autres. Les principales sont la *Terre Sabrina* et l'*archipel Balleny*, aperçus

notamment par une expédition anglaise en 1839, peut-être par Wilkes en 1840, et les *Terres Clarie* et *Adélie* découvertes par Dumont d'Urville en cette même année 1840. Les découvertes futures nous apprendront vraisemblablement que toutes ces côtes, échelonnées sous le 65° degré, se rejoignent au sud des parties qui en ont été aperçues, et ne forment qu'un même ensemble continental.

Le quatrième et dernier massif actuellement connu, et que l'on rencontre au S.-E. du précédent, porte le nom de *Terre Victoria*. De tous c'est le plus considérable. Le capitaine James Ross, à qui revient l'honneur de sa découverte, en a relevé les rivages sur une longueur de plus de 400 kilomètres.

C'est une haute terre qui, à l'inverse des deux précédentes, orientées d'est en ouest, descend du nord au sud. Elles est couverte de montagnes entre lesquels s'allongent de formidables glaciers.

A la partie extrême atteinte par J. Ross s'élèvent deux volcans, les monts *Erebus* et *Terror*, dressant leurs cimes à plus de 3000 mètres d'altitude. Ils paraissent faire partie d'une longue chaîne volcanique qui commence aux îles Balleny et se rattache peut-être aux volcans de la Nouvelle-Zélande.

A l'exception de la Terre Victoria, située plus au sud, toutes les terres précédemment énumérées se rencontrent vers les 65° et 66° degrés, à peu près sous le cercle polaire. C'est aux mêmes latitudes que les navigateurs ont rencontré, en une foule de points, la banquise et les falaises de glace qui ont arrêté leur marche en avant.

Dumont d'Urville appelait banquise la croûte glacée formée par la congélation des eaux superficielles de l'océan. Cette croûte s'élève à 3 ou 4 mètres au-dessus du flot et se hérisse çà et là de proéminences dues probablement à la compression que subissent les champs de glace en se heurtant les uns les autres.

Les falaises de glace se présentent sous l'aspect de

murs verticaux, dressant leur arête, coupée à pic, à 25, 30 et parfois 50 mètres de hauteur. Les plus extraordinaires sont celles que J. Ross a rencontrées au S.-E. et à l'E. de la Terre Victoria, et qu'il a longées sur des centaines de kilomètres sans y rencontrer une seule brèche où il pût engager ses navires. Au pied d'une de ces falaises, la sonde n'a trouvé le fond que par 475 mètres d'eau.

Autant que les rares observations faites jusqu'à ce jour permettent d'en juger, ces barrières de glace ne sont autre chose que la glace de terre, lentement poussée vers la mer par la pression des masses plus ou moins inclinées qui reposent sur les surfaces terrestres émergées. Grâce à leur poid spécifique, elles s'avancent bien en dehors de la côte, même à 20 et 30 kilomètres, en continuant d'adhérer au fond rocheux. Il faudrait donc voir dans ces falaises le bord externe d'une Inlandsis colossale, recouvrant de son épaisse carapace tout l'intérieur d'un continent polaire.

Les fragments détachés des murailles de glace forment ces *icebergs* ou montagnes flottantes qui, dans les mers australes plus encore peut-être que dans les mers boréales, sont le grand obstacle à la navigation. Sous l'action de la pesanteur, les falaises se rompent brusquement par grandes cassures planes, ce qui explique la perpendicularité que conservent ces barrières. Les blocs ainsi formés affectent des formes droites, tabulaires, presque géométriques, remarquables surtout quand on les rencontre dans le voisinage de leurs lieux de formation, et qui sont caractéristiques des icebergs de l'hémisphère austral quand on les compare à ceux des mers grönlandaises. Poussés par les vents et les courants, ces blocs gigantesques s'avancent vers le nord. A mesure qu'ils s'éloignent du pôle, ils s'altèrent sous l'action des flots, des intempéries et d'une température plus élevée, fondent par place, perdent la régularité première de leur structure, se creusent de cavernes pro-

fondes, se découpent en ogives, s'effilent en tourelles élancées, et le marin qui les rencontre peut lire dans leurs formes capricieuses la longueur de leur course et les vicissitudes de leur voyage.

Les glaces flottantes des régions antarctiques dépassent par leurs dimensions les icebergs débités par les glaciers du Grönland. L'expédition du *Challenger* (1874) en a observé plusieurs qui atteignaient 75 mètres de hauteur. Le célèbre Cook en vit un qui se dressait à plus de 100 mètres. Enfin Wilkes assure en avoir mesuré un autre qui avait 130 mètres. Leurs dimensions en longueur sont peut-être plus extraordinaires encore. Au voisinage des points de rupture, les blocs ont souvent 10 kilomètres de long. Quand on se rappelle que la partie immergée de ces géants, dressant leur cime blanche à 100 mètres de hauteur, est cinq fois plus volumineuse que la partie à sec, on se rend aisément compte de l'effroyable puissance de ces masses.

Effrayantes par leur taille, elles sont plus redoutables encore par leur nombre. Parfois la mer en est comme encombrée. Dans l'horizon qu'il pouvait embrasser du haut de ses huniers, J. Ross, un jour, put en compter jusqu'à 97. Au cours de ses deux longues campagnes, Cook en a vu défiler des centaines et des milliers. Le spectacle de cette multitude innombrable de monstres errants, croisant en tous sens autour du pôle, pareils à une flotte fantastique qui en garderait les approches, a fait sur l'âme de ce marin, pourtant intrépide entre tous, une impression qui se décèle dans les lignes suivantes, tirées de son journal : « Le danger qu'on court à reconnaître une côte dans ces mers inconnues et glacées est si grand, que j'ose dire que personne ne se hasardera à aller plus loin que moi, et que les terres qui peuvent être au sud ne seront jamais reconnues. Il faut affronter les brumes épaisses, les ondées de neige, les froids aigus, et tout ce qui peut rendre la navigation dangereuse. L'aspect des côtes est

plus horrible qu'on ne peut l'imaginer. Ce pays est condamné par la nature à rester enseveli dans les glaces et les neiges éternelles. »

La zone de parcours des glaces flottantes est beaucoup plus étendue dans l'hémisphère austral que dans le nôtre. Tandis que les icebergs venus de l'océan Glacial ne descendent que rarement au delà du quarantième parallèle au large de la côte américaine, qu'on n'en rencontre plus une fois dépassé le 70e degré dans la direction de l'Europe et que, notamment, on n'en voit jamais sur les côtes atlantiques de la Norvège, ceux des mers australes remontent jusqu'à la côte d'Afrique. Il n'est pas rare d'en voir passer au large du cap de Bonne-Espérance, par 35°, latitude correspondante à celle du Maroc dans notre hémisphère.

En résumé, l'hémisphère austral est approximativement connu sur tout son pourtour jusqu'au cercle polaire ; celui-ci a été atteint en un grand nombre de points et l'on y a reconnu la présence soit de terres émergées, soit de barrières de glace barrant le passage aux navigateurs. En deux endroits seulement ce cercle a été notablement dépassé :

1° Par Weddell, en 1823. Ce capitaine baleinier s'est avancé jusqu'à 74° 15′, dans une mer qui s'étend à l'est de la Terre de Graham et à laquelle il a donné le nom de *mer du roi Georges IV*.

2° Par J. Ross. Ce dernier s'avança dans la mer qui borde la Terre Victoria à l'orient jusqu'à 78° 9′ 30″ de latitude méridionale. C'était le 24 février 1842. Ce point est le plus rapproché du pôle qu'aucun explorateur eût atteint jusqu'alors, et nul ne l'a dépassé depuis.

Les données rappelées ci-dessus permettent-elles d'affirmer l'existence d'un continent austral ? Si cette existence n'est pas jusqu'ici démontrée, elle est cependant très probable. Tout au moins peut-on affirmer avec certitude la présence dans la zone polaire, sinon d'un véritable

continent, tout au moins de terres d'une très vaste étendue. Les falaises de glaces rencontrées en tant d'endroits et se prolongeant sur de si longues distances, la multitude d'icebergs qu'elles débitent, preuve de la rapidité de leur mouvement de progression, en sont des témoignages plus probants encore que les nombreuses côtes signalées jusqu'ici. Les découvertes successives n'ont fait sur ce sujet que confirmer le jugement qu'avec une sagacité singulière Cook formulait déjà en 1774 : « Je crois fermement qu'il y a près du pôle une étendue de terre où se forment la plupart des glaces répandues dans le vaste océan méridional ; je crois que les glaces ne se prolongeraient pas si loin vers la mer de l'Inde et l'océan Atlantique, s'il n'y avait point au sud une terre d'une étendue considérable. »

Sauf l'expédition du Challenger, qui n'a pas dépassé le 67e degré, aucune expédition d'un caractère vraiment scientifique ou ayant l'exploration pour fin directe et principale n'a eu lieu dans les régions antarctiques depuis les mémorables croisières de J. Ross (1839-43). Ces mers n'ont plus été fréquentées que par des baleiniers, surtout écossais et norvégiens.

Parfois des savants, tel M. Borschgrevinck en 1894, sont montés à bord de ces bateaux et, malgré l'insuffisance de leurs appareils et bien que les nécessités de la chasse aux phoques et aux balénoptères contrariassent leurs recherches en leur interdisant les observations régulières, plusieurs d'entre eux ont rapporté des collections et des photographies intéressantes, attestant qu'une expédition organisée et outillée en vue des recherches scientifiques rapporterait une ample moisson et obtiendrait des résultats importants.

Il ne faut pas oublier que, depuis les temps où J. Ross fit ses voyages, l'horizon scientifique s'est beaucoup élargi. Il est une foule de questions dont l'explorateur anglais et ses compagnons ne se préoccupaient guère et qui sont

aujourd'hui l'objet d'études incessantes. Telles sont plusieurs des branches qui se rattachent à l'hydrographie marine : profondeur des océans, composition du sol sous-marin atteint au moyen de dragages ; plusieurs de celles qui se rattachent à la météorologie, à la physique du globe, à la géologie : l'étude du magnétisme terrestre, de l'électricité atmosphérique, de la composition des roches des terres australes, qui permettrait d'établir les relations qu'elles ont pu avoir dans le passé avec d'autres continents.

On voit donc que la zone antarctique n'est pas seulement un vaste champ où il reste pour l'explorateur de nombreuses découvertes à faire, mais que les régions déjà parcourues elles-mêmes sont aussi une contrée neuve à bien des égards, parce que les voyageurs contemporains pourront y observer, pour la première fois, une foule de faits qui n'ont pas attiré l'attention de leurs prédécesseurs d'il y a cinquante ans.

Pour l'exécution de son entreprise, M. de Gerlache a acheté en Norwège, pour fr. 70 000, un baleinier auquel il a donné le nom de « *Belgica* ». Dans une intéressante notice sur la future expédition, parue dans le BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ROYALE BELGE DE GÉOGRAPHIE et à laquelle sont empruntés la plupart des détails qui vont suivre, M. Du Fief nous rappelle que, dans la construction de ces baleiniers, tout est combiné en vue de la navigation dans les mers polaires. « Leur membrure, dit-il, tout en chêne, et d'une solidité extrême, offre une résistance considérable aux pressions extérieures. Le doublage en cuivre, dont sont généralement garnis les navires en bois, est remplacé ici par une doublure en *green heart* qui recouvre la coque sur toutes les parties exposées aux frictions des glaces. Enfin la cale est complètement remplie de réservoirs en tôle qui, au départ, servent à arrimer le charbon et qui, par leur disposition à l'intérieur du navire, augmentent encore la résistance de celui-ci.

» Les baleiniers sont des navires généralement gréés en

trois-mâts-barque ; ils sont bons voiliers et ne se servent de la machine auxiliaire dont ils sont pourvus que dans les calmes ou les vents contraires. Ils n'ont d'ailleurs sous vapeur qu'une vitesse très modérée, en sorte que la consommation de charbon est des plus minimes et qu'ils peuvent ainsi emporter du combustible pour une longue campagne. »

Les modifications rendues nécessaires à l'aménagement intérieur du navire par sa nouvelle destination : établissement de nouvelles cabines, d'un laboratoire, d'une chambre noire, etc., coûteront de 20 000 à 25 000 fr., ce qui mettra à moins de 100 000 fr. le coût total du bâtiment.

Le matériel embarqué comprendra tous les engins nécessaires à la pêche à la surface et aux grandes profondeurs : chaluts, dragues, filets de toutes espèces. Il comprendra, en outre, les instruments destinés aux observations météorologiques, magnétiques, hydrographiques, enfin les appareils de photographie les plus perfectionnés.

Le chef de l'expédition se propose également, si les ressources réunies le lui permettent, de faire l'acquisition d'un ballon. Ce ballon serait gonflé à bord par les temps calmes ; il serait captif et pourrait s'élever à plusieurs centaines de mètres au-dessus du navire. L'observateur placé dans la nacelle aurait, pour reconnaître les terres lointaines, découvrir les passages ouverts entre les glaces, signaler l'approche des banquises, un avantage énorme sur ses devanciers. Cette innovation pourrait rendre à l'exploration des services signalés en permettant de voir le pays par-dessus les falaises de glace dressées verticalement à 25 et 30 mètres de hauteur et qui si fréquemment barrent toute vue aux marins.

Le personnel de l'expédition se composera, en outre du capitaine et de ses deux lieutenants, de cinq jeunes savants, qui tous déjà se sont fait connaître par leurs travaux : un météorologiste, un astronome, un hydrographe, un chimiste-géologue et un médecin-naturaliste.

L'équipage, comprenant vingt-deux hommes, a été recruté parmi ces marins norvégiens rompus aux difficultés et aux périls de la navigation dans les mers polaires. Presque tous se sont déjà trouvés en relation avec M. de Gerlache lors de la croisière qu'il a faite au Spitzberg l'année dernière.

Les frais généraux de l'expédition ont été calculés sur le pied de 250 000 francs. Ce chiffre a pu être réduit à ces proportions relativement modiques, grâce à cette circonstance que l'organisateur du voyage et les savants qui l'accompagnent apportent à l'entreprise un concours entièrement désintéressé. Aucun d'eux ne recevra ni traitement, ni indemnité.

Dans l'état actuel des prévisions, l'expédition quittera la Belgique vers le 1er septembre prochain pour se diriger, en faisant escale aux Canaries, au Brésil et à la Plata, vers les îles Falkland ou le détroit de Magellan, de manière à s'engager vers le 15 novembre, au début de la saison favorable, dans la région antarctique. Les explorateurs s'efforceront de pénétrer à l'est de la Terre de Graham dans la mer du roi Georges IV et, s'ils réussissent, ils gagneront dans le sud le plus loin possible. Ils comptent, au retour de la mauvaise saison, remonter vers le nord et relâcher quelques semaines à Melbourne pour s'y ravitailler, ensuite entreprendre une croisière de cinq ou six mois dans le Pacifique ; puis, le printemps austral venu, ils se dirigeront vers la Terre Victoria et la mer qui baigne cette terre à l'est.

La détermination de l'emplacement exact occupé par le pôle magnétique austral sera un des principaux objets de cette seconde campagne. La position de ce pôle n'est connue que par des calculs approximatifs. J. Ross estimait qu'il devait se trouver par 76° de latitude et 143° de longitude E., dans l'intérieur de la Terre Victoria, à quelques centaines de kilomètres au N.-W. des monts Erebus et Terror. Le lieutenant de Gerlache s'efforcera

d'atteindre ce point en faisant usage de *skis* ou patins à neige.

En terminant cette brève notice, il me reste à féliciter M. le lieutenant de Gerlache de sa courageuse initiative et à lui souhaiter bonne chance. Un certain bonheur, les circonstances favorables, les occasions propices sont, dans les mers australes plus que partout ailleurs, des conditions indispensables du succès. Quelles que soient sa ténacité et sa vaillance, nulle part l'homme n'y est au même degré le prisonnier des circonstances, et nulle part celles-ci ne sont plus changeantes.

Tel qui s'était heurté à des montagnes de glace sans nombre, fermant toute issue, est tout étonné de rencontrer au même endroit, quelques semaines plus tard, la mer libre à perte de vue. Souhaitons que l'expédition belge rencontre quelqu'une de ces occasions propices ; si elle a cette bonne fortune, nul doute qu'elle ne la mette à profit.

J. DE LA VALLÉE POUSSIN.

---

# HUXLEY ET M. DE VARIGNY

Les appréciations de M. de Varigny sur Huxley, dans les numéros du 11 et du 18 janvier 1896 de la REVUE SCIENTIFIQUE, sont fort concordantes avec celles que nous avons émises nous-même dans le fascicule d'octobre 1895 de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES. Nous nous en félicitons.

Nous sommes heureux de pouvoir relever encore, dans les articles de M. de Varigny, certaines affirmations philosophiques ou religieuses que nous signerions bien volontiers et qui ne sont pas monnaie courante dans la *Revue rose*. « Il n'est aucun de nous, dit l'auteur de l'article, qui n'ait quelque dogme » dans l'ordre religieux (1). « Le matérialisme et l'athéisme sont des actes de foi, » ni l'un ni l'autre « ne sont susceptibles d'une démonstration capable de satisfaire un esprit tant soit peu critique et capable de discerner les preuves scientifiques. Il n'est pas d'esprit réellement scientifique qui puisse accepter les croyances matérialistes et athées (2). »

« A l'heure actuelle, le fait que l'homme a une origine animale » n'est pas « prouvé », n'est pas « un fait démontré (3). » « Grâce à la plus triste comme à la plus encourageante des expériences, l'homme sait, à n'en pouvoir douter, qu'il est en son pouvoir de répandre à volonté autour de lui la douleur, la souffrance, la mort, ou bien la

(1) P. 74.
(2) Ibid.
(3) P. 73.

joie, la consolation, le soulagement, et, en présence de la tragédie qui se joue autour de lui, à toute heure, sa conscience ne peut hésiter à lui dicter le parti à prendre ; il ne peut hésiter entre les deux voies qui s'offrent à lui. Il faudrait qu'il fût bien bas pour se résoudre autrement. La conséquence est qu'en définitive l'homme s'élève contre la loi de nature, la déclare haïssable, en rejette le joug, et à celle-ci, dans ses relations avec ses semblables et en partie avec les autres êtres, substitue une loi nouvelle. A l'égoïsme, loi de la nature, il substitue l'altruisme, loi de conscience (1). »

Il tempère, il est vrai, ces affirmations qui me font plaisir par d'autres qui cadrent mieux avec le ton ordinaire de la Revue scientifique. Si, moins agnostique que Huxley, il semble reconnaître la nécessité morale d'une religion fondée sur des dogmes, s'il veut que « la science conserve » vis-à-vis de la foi « un respectueux silence », s'il ne juge pas fort « utile de détruire une foi où beaucoup trouvent le repos », s'il distingue entre « les théologiens » et la religion (2), permettant de courir sus à ceux-là, mais voulant qu'on respecte celle-ci, il n'en est pas moins vrai qu'il ne reconnaît pas à la foi des bases bien solides et qu'il l'accepte non pour sa vérité, mais pour son utilité.

A mon avis, la science même a à se plaindre de M. de Varigny. « Aux questions, dit-il, que chaque homme se pose dans le plus profond de son âme, sur ce qu'il est, sur son origine, sur sa destinée, sur le sens de la vie, il n'est point de réponse pleinement satisfaisante basée sur la science ; celle-ci n'en peut connaître ; l'interroger est inutile ; à elle, il est imprudent de répondre ; elle est incompétente, et son jugement doit être d'avance récusé (3). »

Si par l'expression « pleinement satisfaisante » vous

(1) P. 73.
(2) P. 75.
(3) Ibid.

entendez une connaissance complète et adéquate, la science certes ne nous satisfera pas. Mais s'il s'agit de la conduite de votre vie, la raison sans la foi peut vous donner une réponse pleinement satisfaisante sur les questions nécessaires. Et M. de Varigny, par des aveux dénués d'artifice, montre qu'il est plus instruit sur tous ces points qu'il ne veut le confesser explicitement. Il sait qu'il a « *une âme* au plus profond de laquelle il se pose ces questions » importantes ; il a « *une conscience* suivant laquelle il doit agir » ; il sait qu'il peut « *à volonté* » répandre autour de lui la joie ou la douleur.

M. de Varigny se calomnie donc un peu lui-même. Je lui en veux, et je lui en veux aussi parce qu'à ce point de vue il a fait tort à mon ancien maître.

Certes, il dit que Huxley ne fut pas matérialiste, mais seulement agnostique. Cela aurait cependant demandé un mot d'explication. La position de Huxley est bien moins simple qu'elle ne pourrait le paraître aux lecteurs de M. de Varigny. Si celui-ci avait voulu citer certaine « *Lecture* » publiée il y a dix-sept ans par la REVUE SCIENTIFIQUE, dont il est un collaborateur assidu, on aurait vu que Huxley était loin de tenir la balance égale entre le matérialisme et le spiritualisme, et qu'il était spiritualiste dans l'acception ordinaire du mot.

Le débat entre les matérialistes et les spiritualistes porte sur l'existence de phénomènes différents des phénomènes matériels. Existe-t-il, oui ou non, dans l'homme des phénomènes qui ont des caractères essentiellement distincts de ceux que présente la nature extérieure ? Cette question est nettement tranchée dans le sens affirmatif par Huxley dans le passage visé plus haut et rapporté dans notre article du mois d'octobre. Et il va même, tellement il est spiritualiste, jusqu'à soutenir que les phénomènes spirituels sont ceux qui sont connus avec le plus de certitude.

Le doute de Huxley se rapportait à quelque chose de

plus raffiné et qui n'avantageait ni la matière ni l'esprit.

En dehors des phénomènes soit matériels, soit spirituels, il se demandait s'il existait une substance supportant les phénomènes ? Y avait-il des corps, y avait-il des âmes ? C'est là ce qu'il prétend ne pas savoir, mais il a soin d'ajouter que s'il y a des corps, il doit y avoir bien plus certainement des âmes.

C'est cette attitude de Huxley que je tenais à faire ressortir dans cette note. Si je regrette qu'il ait fait fausse route dans une question aussi essentielle que celle de la substance, son erreur, fruit d'une tension exagérée de l'esprit, présente, à mes yeux, un caractère moins odieux que la cécité intellectuelle portée au point de ne pas savoir distinguer un acte de la raison d'avec un mouvement de la matière.

GUILL. HAHN, S. J.

---

# BIBLIOGRAPHIE

## I.

Cours de chemins de fer, professé à l'École nationale des Ponts et Chaussées, par C. Bricka, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées (ouvrage faisant partie de l'*Encyclopédie Lechalas*), tome II (1). — Paris, Gauthier-Villars, 1894.

Nous ne reviendrons pas ici sur ce que, à propos du tome I, nous avons dit de l'esprit dans lequel est conçu le présent ouvrage. Le lecteur voudra bien toutefois se rappeler qu'il s'agit d'un traité didactique destiné avant tout à dégager de la science si vaste et si multiple des chemins de fer les idées générales qui doivent servir de fondement à l'instruction des ingénieurs.

C'est dire que l'auteur ne s'attarde pas à entrer dans le détail de chacune des spécialités qui se rencontrent dans l'industrie dont il s'occupe, mais s'applique à mettre en lumière pour chacune d'elles l'ensemble des notions essentielles que sont tenus de posséder ceux qui, à un titre quelconque, sont appelés à prendre part à la gestion d'une entreprise de chemins de fer.

Ce caractère s'affirme particulièrement dans la troisième partie, relative au *Matériel roulant* et à la *Traction*. C'est bien là une de ces spécialités aux détails desquelles n'ont besoin d'être initiés que ceux qui en sont directement chargés, et cela bien plutôt par la pratique journalière que par l'étude faite dans des livres. Il n'en est pas moins vrai qu'à cette spécialité se rattachent nombre de notions sans la connaissance desquelles on ne saurait songer ni à exploiter ni même à construire rationnelle-

(1) Le compte rendu du tome I a paru dans la livraison de juillet 1894 de la Revue des questions scientifiques. Bien que le tome II l'ait suivi à quelques mois d'intervalle, diverses circonstances nous ont empêché jusqu'à ce jour d'en rédiger le compte rendu.

ment un réseau de voies ferrées. C'est à ces notions générales que M. Bricka borne son exposé, qui forme d'ailleurs, à ce point de vue particulier, un ensemble très complet en même temps que d'une parfaite netteté.

Le chapitre XI, *Matériel roulant,* comprend la description des éléments essentiels des voitures, wagons et machines. Il faut y signaler les considérations générales relatives à la locomotive.

Dans le chapitre XII, qui traite de la *Résistance des trains à la traction,* se trouvent analysées les intéressantes recherches de M. Desdouits fondées sur la substitution de la méthode des accélérations à celle du dynamomètre. Cette substitution a eu pour effet de permettre de suivre toutes les variations du phénomène de la résistance et de démêler la part revenant à chacune des influences qui y interviennent.

Le chapitre XIII, *Marche des trains,* résume en quelques pages les données relatives à l'utilisation des machines en vue de la meilleure exploitation.

Le chapite XIV est relatif aux *Freins.* On sait quelle est la multiplicité des dispositions proposées pour ces appareils. L'auteur, fidèle à son programme, ne se laisse pas égarer dans les détails et se contente d'exposer les principes généraux d'où dérivent les divers types usités en pratique. Cet exposé est, d'ailleurs, pour l'heure actuelle, parfaitement à jour.

Le chapitre XV concerne les *Installations nécessaires pour les services de traction* (alimentations d'eau ; remisage et accessoires). C'est un point que l'auteur avait réservé lorsqu'il avait examiné, dans le tome I, les constructions accessoires des gares ; et, de fait, il est beaucoup plus logique de s'occuper des installations destinées au service de la traction lorsqu'on a pu apprécier les besoins de ce service.

Les quatre chapitres suivants formant la quatrième partie se rapportent à l'*Exploitation technique,* c'est-à-dire à " la branche de l'exploitation qui concerne le service proprement dit, abstraction faite de la rémunération à en retirer ".

Le chapitre XVI traite du *Mouvement.* Après avoir défini les diverses espèces de trains, l'auteur fait connaître les règles d'ordre et de sécurité applicables à leur circulation. Le point incomparablement le plus saillant à signaler dans ce chapitre est l'exposé très détaillé qui y est fait du block-system, le plus complet, sans doute, qui ait été publié jusqu'à ce jour. Cet exposé vient très heureusement combler une lacune de la littérature technique, non seulement en France, mais peut-être même à

l'étranger. Bien que l'emploi de ce système tende de plus en plus à se généraliser, on remarque encore à son endroit, dans les idées de certains ingénieurs, un défaut de netteté que le présent exposé ne saurait manquer de dissiper. M. Bricka ne s'interdit pas d'ailleurs d'exercer sa critique sur ce sujet. Il se montre nettement partisan du block-system à voie fermée, tel qu'il se pratique en Angleterre, et qui assure incontestablement le maximum de sécurité.

L'étude relative à la capacité des lignes est fort intéressante, mais l'autorité que M. Bricka s'est acquise par ses fonctions de chef de l'exploitation des chemins de fer de l'État lui aurait permis de la traiter sans doute avec plus d'ampleur. On doit souhaiter de voir l'auteur la développer davantage dans une future édition.

En ce qui concerne le service des voyageurs et celui des marchandises, il faut noter le soin particulier avec lequel l'auteur fait ressortir les mesures spécialement applicables à l'exploitation des lignes de faible importance, mesures qui répondent à des besoins relativement nouveaux.

Dans le chapitre XVII est examiné l'*Aménagement des gares, stations et dépendances*, dont l'étude se trouve ainsi, très logiquement à notre avis, reportée après celle du mouvement et du trafic. Le sujet ne laisse pas d'être assez délicat à traiter, en ce sens qu'il faut résister à la tentation d'ériger des règles générales là où, à la vérité, ne se posent guère que des questions d'espèce. M. Bricka a su très heureusement éviter cet écueil. Il indique très nettement les exigences auxquelles il s'agit de satisfaire, cite les solutions qui ont été adoptées dans divers cas particuliers et où, le cas échéant, on pourra venir puiser d'utiles inspirations, mais se garde bien de donner à ses remarques critiques une forme dogmatique. " En fait de plans de gare, dit-il très justement, il faut bien connaître les avantages et les inconvénients des diverses dispositions en usage ; mais il ne faut pas avoir de types arrêtés, et surtout il faut se garder des idées absolues qui conduisent le plus souvent à des erreurs. „

Tout opposé est le caractère du chapitre XVIII, *Organisation des gares et bifurcations au point de vue de la sécurité*. Autant, dans l'ordre de questions précédent, le choix des solutions offre d'aléa, autant, ici, il peut être soumis à des règles rigoureuses. Il convient d'ajouter qu'en nulle autre partie de l'ouvrage la contribution personnelle de l'auteur au sujet traité n'apparaît avec plus de relief.

Le chapitre débute par les principes généraux régissant l'emploi des signaux dans les gares, principes qui n'avaient peut-être pas, au point de vue didactique, encore été dégagés avec cette netteté. Vient ensuite la question capitale des enclenchements qui, depuis quelques années, a pris une importance prépondérante. On sait avec quelle complication elle se présente *à priori*, et ce n'est pas un mince honneur pour M. Bricka que d'avoir su, à la lumière d'une méthode purement rationnelle, la démêler complètement et réduire sa solution à des règles pratiques dont l'application est infaillible. Les principes théoriques sur lesquels repose cette méthode ont été donnés dans le tome I. L'auteur en fait ici l'application aux diverses catégories dans lesquelles il a rangé les enclenchements (enclenchements de direction, de continuité, de circulation, de protection), et déduit de là les moyens pratiques de réaliser ces enclenchements.

La méthode de M. Bricka permet d'étudier ou de vérifier les enclenchements d'une gare quelconque *sans tâtonnement,* en écartant la possibilité de toute erreur autre qu'une erreur purement matérielle, et en réalisant toutes les simplifications compatibles avec les mouvements à prévoir dans la gare.

Cette méthode a permis en outre à l'auteur de démontrer rigoureusement l'identité théorique du système des signaux à leviers multiples et de celui des leviers directeurs avec le système des enclenchements directs.

Le chapitre XIX contient l'analyse des principales causes des *Accidents de chemin de fer*, ainsi que l'indication des mesures propres à les prévenir. Ce chapitre présente un intérêt tout particulier pour les ingénieurs des services de contrôle.

Ici se termine la partie technique du cours. La cinquième et dernière partie, qui occupe près de la moitié du tome II, a pour titre : *Les chemins de fer considérés au point de vue financier.*

Elle débute par le chapitre XX : *Exploitation commerciale.* M. Bricka s'élève tout d'abord contre l'idée qui tend à assimiler les transports par chemins de fer à un commerce ordinaire et à faire dépendre leur tarification de la loi de l'offre et de la demande. Il y voit au contraire un service public pour l'accomplissement duquel l'intervention de l'État est indispensable. Les nations les plus réfractaires à cette manière de voir, comme l'Angleterre et les États-Unis, après avoir reconnu les inconvénients de la libre concurrence, en sont venues à admettre le principe d'une certaine règlementation. "... Par exploitation

commerciale des chemins de fer, dit M. Bricka, il faut entendre l'application aux transports non des règles ordinaires du commerce, mais de règles spéciales auxquelles ont conduit l'expérience et la conciliation des intérêts en jeu. Ces règles sont loin d'être uniformes; mais il existe, en fait de tarification, des principes généraux dont l'étude peut faciliter dans une large mesure l'examen des questions qui s'y rapportent. „

Après avoir indiqué les bases d'établissement des tarifs, donné leur classification et fait connaître les détails de leur application, M. Bricka aborde la délicate question de leur abaissement. Sur ce point, sujet à controverse, il prend nettement parti contre la thèse en vertu de laquelle les abaissements de tarifs ne sauraient être obtenus que par voie de tarifs spéciaux ou de prix fermes. Il présente ensuite un tableau très complet des bases de tarification admises pour les voyageurs et pour les marchandises tant en France que dans les autres pays, et insiste notamment sur les curieuses réformes accomplies à ce point de vue en Hongrie, en Autriche et en Roumanie, en 1889 et 1890.

Dans les chapitres XXI et XXII, M. Bricka se livre à une analyse détaillée des *Dépenses de construction* et des *Dépenses d'exploitation des chemins de fer*. Il met le lecteur en garde contre les conclusions erronées déduites de rapprochements entre des données de statistiques qui ne sont pas comparables. C'est ainsi, par exemple, que, dans leurs évaluations, les compagnies omettent de signaler les subventions en argent ou en terrains qui ont pu leur être allouées. En revanche, elles y font figurer les intérêts du capital pendant la construction, élément dont, à son point de vue, l'État n'a pas à tenir compte.

Dans certains cas, le prix du matériel roulant est joint aux dépenses de construction proprement dites, dans d'autres, non. Mais là où l'aléa s'accuse encore davantage, c'est dans le cas de l'embranchement d'une ligne nouvelle sur une ligne ancienne, le raccordement nécessitant des remaniements parfois considérables qui, intéressant à la fois l'une et l'autre lignes, peuvent donner lieu aux ventilations les plus arbitraires.

On peut toutefois, à titre d'observation générale, dégager de l'ensemble des comparaisons qui ont été faites jusqu'à ce jour cette conclusion, à savoir que, pour une même région, bien qu'on construise aujourd'hui plus économiquement, le prix moyen kilométrique est resté à peu près le même qu'à l'époque de l'ouverture du premier réseau. La compensation à la diminution des prix unitaires des travaux réside principalement dans ce

ıe les premières lignes, qui ont presque toujours suivi les es vallées, ont présenté moins de difficulté d'établissement; re, la distance moyenne des gares, qui variait jadis entre 5 km., est descendue maintenant entre 5 et 7 km.; enfin lage est beaucoup plus complet.

nécessité d'adopter un même mode d'évaluation des dépen- our pouvoir se livrer à des comparaisons légitimes ne me pas moins pour l'exploitation que pour la construction. ut, en faisant varier ce mode d'évaluation, faire dire aux s à peu près tout ce qu'on veut. Toutefois, il résulte du ochement des recherches très consciencieuses faites en 1883 M. Ricour et Noblemaire et de constatations plus récentes, partie des frais d'exploitation indépendante du trafic tend inuer, tandis que celle qui en dépend reste proportionnelle- à peu près invariable. Il suit de là que la diminution des ıe se fait guère sentir que sur les lignes à faible trafic. Cela ique d'ailleurs facilement par le fait que, sur les grandes , les économies réalisées se trouvent absorbées par les ses supplémentaires qui résultent des progrès mêmes de oitation technique.

chapitre XXIII est consacré au *Régime des concessions de ins de fer*, c'est-à-dire à l'étude des bases sur lesquelles tablis les rapports de l'État et des concessionnaires, avec en spécial de ce qui a trait aux grandes compagnies et aux agnies secondaires. Pour ce second cas, l'auteur met large- à profit les remarquables travaux de MM. Considère et n.

chapitre XXIV et dernier constitue une sorte d'annexe des- à donner une idée sommaire des *Chemins de fer de sys- divers* (chemins de fer à crémaillère, funiculaires, iques), auxquels sont consacrés deux ouvrages spéciaux de *yclopédie* (1).

volume est complété par un certain nombre d'annexes ituées par des documents administratifs, techniques ou sta- ues. Il convient de signaler spécialement les deux dernières, lées *Railway and Canal Traffic Act* (Angleterre) et *Inter-Commerce Law* (Etats-Unis), qui contiennent la trace officielle virement d'idées qui s'est produit dans ces deux nations au

*Chemins de fer à crémaillère*, par A. Lévy-Lambert ; Paris, rault, 1892. — *Chemins de fer funiculaires*, par A. Lévy-Lambert; , Baudry, 1894.

sujet du mode d'intervention de l'État dans les concessions de chemins de fer.

Ne pouvant, pour ce qui est de l'impression d'ensemble qui se dégage de ce remarquable ouvrage, que répéter ce que nous avons déjà dit, nous préférons renvoyer le lecteur à la conclusion par laquelle se terminait notre compte rendu du tome I.

M. D'OCAGNE.

## II.

HISTOIRE DE LA PHILOSOPHIE ATOMISTIQUE, par LÉOPOLD MABILLEAU, ancien membre de l'École française de Rome, professeur de philosophie à la Faculté des lettres de Caen. — 1 vol. grand in-8° de VIII-560 pages. — Paris, Alcan, 1895.

L'ouvrage de M. Mabilleau se présente pourvu des suffrages les plus flatteurs, ayant été couronné, après concours, par l'Académie des sciences morales et politiques, puis imprimé gratuitement par l'Imprimerie nationale. Comme l'a dit la REVUE DE MÉTAPHYSIQUE ET DE MORALE, cet ouvrage méritait certes ce jugement favorable, car, écrit dans une langue claire (parfois peut-être un peu nerveuse, ajoute-t-elle) par un auteur chez qui l'intelligence philosophique ainsi que la curiosité scientifique sont vives, il dispensera le public des philosophes de lire, sur la question, plusieurs ouvrages français, anglais et allemands (1).

Avant d'aborder l'étude de ce gros livre, nous devons déclarer que nous laisserons de côté tout ce qui concerne l'état actuel de la science, au point de vue de l'hypothèse atomistique, car c'est une question qui mériterait une étude spéciale, étant plus aiguë que jamais, comme l'ont montré tout récemment un article retentissant de M. Ostwald, professeur à l'université de Leipzig, sur *La Déroute de l'atomisme*, et la réplique non moins virulente de M. Cornu, vice-président de l'Académie des sciences de France (2). Si, du reste, M. Mabilleau a compris les théories

(1) Supplément au n° de janvier 1896.

(2) REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES, nos des 15 novembre et 15 décembre 1895 ; voir aussi l'article de M. Brillouin, dans ce dernier numéro, et la réponse de M. Ostwald dans celui du 30 décembre.

scientifiques contemporaines dans son travail, il ne semble pas qu'elles lui en aient inspiré les parties les plus intéressantes.

Pendant que nous en sommes à formuler des critiques, nous exprimerons le regret que parfois l'exposition prenne un peu trop l'allure d'un dictionnaire, chaque philosophe ayant son article, ce qui nuit au clair développement de la pensée ; si d'ailleurs M. Mabilleau s'est montré soucieux de fournir ainsi des renseignements groupés sur chaque personnalité, il n'a, par contre, pas songé à faciliter les recherches par une table détaillée, qui n'eût pas été superflue pour permettre, par exemple, de trouver aisément, dans le chapitre consacré à l'atomisme théologique *en Angleterre,* le nom de Boscovich qui, né à Raguse, fut professeur au Collège romain.

Enfin pour servir de fil conducteur dans notre étude, nous devons dire quelques mots de la distinction entre les divers genres d'atomisme. Pour M. Mabilleau, la distinction fondamentale consiste dans l'absence ou la présence d'une action divine pour expliquer au moins l'origine du mouvement des atomes ; cette distinction a quelque rapport avec celle que M. Pillon avait posée dans une étude bien connue sur l'*Évolution historique de l'atomisme* (1), mais tout en s'en distinguant sensiblement. M. Pillon, en effet, opposait un atomisme purement cosmologique à l'atomisme métaphysique des philosophes grecs et de quelques philosophes modernes ; pour lui, cette opposition était telle qu'il a cru pouvoir, sans inconvénient, étudier l'atomisme de Newton et de Boscovich avant celui de Démocrite. Il y avait là, suivant nous, une grave exagération, car l'atomisme est essentiellement une doctrine cosmologique à laquelle se superpose telle ou telle conception métaphysique. Il convient, d'ailleurs, au point de vue de la nature intime des atomes, de distinguer, d'une part, les philosophes qui leur accordent l'étendue de ceux qui la leur dénient et, d'autre part, ceux qui leur attribuent des modalités psychiques de ceux qui ne leur reconnaissent que des qualités d'ordre matériel.

Ceci posé, nous allons passer rapidement en revue les diverses écoles atomistiques étudiées par M. Mabilleau.

I. *Atomisme hindou.* — Nous n'aborderons pas la question si obscure de l'influence que la philosophie hindoue a pu exercer sur la philosophie grecque ; mais nous noterons quelques traits

(1) L'Année philosophique, deuxième année, 1891.

intéressants de l'atomisme de Kanada, bien que les documents dont on dispose manquent parfois de précision (1). La non-divisibilité de la matière à l'infini en est la proposition fondamentale : « Si chaque corps était composé d'un nombre infini de parties, il n'y aurait aucune différence de grandeur entre un grain de moutarde et une montagne, entre un moucheron et un éléphant, puisque l'infini est égal à l'infini. » Il y a d'ailleurs autant d'espèces d'atomes que de substances élémentaires, et c'est là, aux yeux de M. Mabilleau, un vice essentiel de cet atomisme, l'unité des éléments étant, pour lui, un des postulats essentiels à cette doctrine ; si nous ne sommes pas aussi radical, nous admettons bien que la réduction du nombre des atomes différents est conforme à son esprit.

Nous ne voyons pas d'ailleurs clairement en quoi consistent les différences entre les atomes, car, si, d'après certaines indications, on peut les croire semblables aux composés, ce qui les rapprocherait des homœoméries d'Anaxagore, d'autres passages accusent une conception beaucoup plus élevée ; non seulement, en effet, l'atome n'est pas perceptible, et l'on ne saurait le confondre avec la plus petite particule qui apparaît dans un rayon de soleil, mais même on ne devrait lui reconnaître aucune étendue. Il serait bien intéressant de savoir si Kanada s'est réellement élevé à une telle notion.

Nous n'étudierons pas les dix-sept qualités des substances qu'énumère Kanada ; mais nous noterons que l'*action* consiste dans le mouvement.

Indestructibles et éternels sont les atomes, proposition que l'auteur des Brahma-Soutras a vivement critiquée comme impie. Faut-il en conclure au matérialisme de Kanada ? Après les cinq substances nettement corporelles, il place l'*âme* et la *conscience*, mais il les en sépare par le temps et l'espace, dont le caractère substantiel, au sens moderne, est loin d'être évident. Il est donc fort difficile de savoir ce que sont exactement l'âme et le *manas* ou conscience ; tout ce qu'on peut dire, c'est que la doctrine de Kanada a été combattue comme matérialiste et paraît s'être développée dans ce sens. Cependant, si l'on a quelque confiance en Colebrooke, on serait bien porté à reconnaître le spiritualisme

(1) A la vérité, nous ignorons pour quel motif M. Mabilleau recourt sans cesse à des sources dont il conteste la valeur, alors que Roër a donné une traduction allemande des Soutras de Kanada et qu'il en a été publié une plus récente en anglais, à Bénarès.

du philosophe qui déduisait l'existence du manas de l'indivisibilité de la sensation.

Fort douteuse aussi est la question de la Divinité. S'appuyant sur une glose postérieure, le Vaïseshika-Soutra-Pouskara, M. Ward a attribué à Kanada un " atomisme ardemment déiste „ ; en tout cas, on doit remarquer qu'il ne peut s'agir que d'un Dieu *organisateur*, les atomes étant éternels. L'origine du mouvement lui échappe d'ailleurs, les atomes ayant une puissance primitive, en sorte que Dieu ne pourrait être qu'un *démiurge* auquel serait dû l'arrangement particulier des atomes ; mais là encore la critique de M. Mabilleau aboutit à une négation.

Quelque confus que soit cet atomisme, tel du moins que nous le connaissons, on ne saurait méconnaître qu'en lui se trouve le germe logique, sinon historique, de systèmes plus cohérents, mais qu'on pourrait considérer comme le développement de ses tendances parfois contradictoires. Ajoutons que, pour M. Mabilleau, l'influence de la philosophie hindoue sur la pensée grecque ne paraît guère douteuse : l'un de ses arguments les plus frappants, selon nous, consiste dans le fait que " la philosophie n'est pas née dans la Grèce même, ni chez des penseurs d'école, mais en Asie, dans ces colonies ioniennes où affluaient toutes sortes d'étrangers „.

II. *Atomisme grec.* — M. Mabilleau consacre une longue étude aux antécédents de l'atomisme en Grèce. Certes, les premiers Ioniens, de Thalès à Anaximandre, sont bien loin de l'atomisme, puisqu'ils admettent une matière continue, qu'ils considèrent comme un principe immanent de vie ; mais, en soutenant l'idée d'une matière première unique, ils ont introduit dans la spéculation un principe que, nous l'avons déjà vu, notre auteur considère comme essentiel au véritable atomisme.

Par la prédominance qu'ils accordent à l'idée de nombre, les Pythagoriciens nous paraissent devoir conduire forcément à une conception atomistique, car une matière continue échappe au nombre. " De quoi, dit M. Paul Janet dans le *Dictionnaire des sciences philosophiques* de Franck, se compose un corps solide ? Il se compose de différentes surfaces, qui se composent elles-mêmes de différentes lignes, et celles-ci d'un certain nombre de points ; et tout corps se réduit à certains points élémentaires qui, eux-mêmes, sont absolument simples et tout à fait semblables aux unités arithmétiques. Mais ni une réunion de surfaces ne forme un corps, ni une réunion de lignes une surface, ni

une réunion de points une ligne, s'il n'existe entre les lignes, les points et les surfaces un certain nombre d'intervalles qui, distinguant les unes des autres les parties constitutives et élémentaires du corps, leur permettent de se réunir et de faire un tout déterminé. Supprimez ces intervalles, et toutes les surfaces, les lignes et les points venant à se pénétrer, les surfaces s'absorbent dans les surfaces, les lignes dans les lignes, les points dans les points, et tout se réduirait à un point, si ce point pouvait se concevoir sans que l'esprit conçût en même temps un intervalle qui l'entourât de toutes parts. D'où il suit que la réalité des corps se ramène nécessairement à ces deux éléments, le point, ou, selon l'expression pythagoricienne, la monade, et les intervalles, διαστήματα (1). »

Il semble qu'il y ait là tous les principes d'un atomisme bien supérieur à celui de Démocrite ; mais, d'accord avec Zeller, M. Mabilleau estime que le pythagorisme a conservé jusqu'au bout son caractère arithmétique, et que les considérations physiques n'en étaient pas le fond : il ne décerne donc pas à Pythagore le titre de fondateur de l'atomisme grec, mais il affirme, sans crainte de se tromper, qu'aucune philosophie n'a, autant que la sienne, contribué à cette fondation.

Sur les rapports entre les Éléates et les atomistes, il semble d'abord que MM. Pillon et Mabilleau sont peu d'accord. Pour le premier, il y a opposition antithétique entre le rationalisme si « admirablement paradoxal » de Zénon et l'atomisme de Démocrite, et ce dernier est né de la critique de l'être un et immobile de l'école d'Élée, tandis que le second fait ressortir l'apport de cette école à la doctrine qui devait couronner la physique grecque. Cet apport, du reste, se bornerait aux trois points suivants : « 1° D'abord, ils ont établi l'idée de *substance* fixe et immuable, principe un et identique de l'existence universelle, quelle que soit la manière dont on se représente celle-ci. C'est d'après eux que les atomistes ont admis une matière primitive et indestructible, dont les combinaisons ultérieures n'altèrent point la nature.

« 2° Ensuite, en montrant que la substance n'est en rien intéressée à l'évolution phénoménale, ils ont mis leurs successeurs sur la voie du mécanisme qui réduit tous les changements de la matière au mouvement, c'est-à-dire à une modification relative.

« 3° Enfin, ils ont prouvé que le mouvement et la pluralité même supposent la réalité de l'espace, c'est-à-dire, au point de

(1) Article *Pythagore, Pythagorisme*, p. 1434.

rue physique, du *vide*, ce que Pythagore avait bien dit avant eux, mais sous une forme moins frappante et moins définitive. „

Ajoutons que, avant d'aborder l'étude des atomistes, M. Mabilleau parle encore d'Héraclite qui, à l'opposé de Parménide d'Élée, nie l'être pour conserver la loi du devenir, c'est-à-dire du changement et du mouvement, et d'Empédocle qui, pour expliquer la variété du monde, admet la pluralité des éléments primitifs, rompant ainsi avec les traditions antérieures.

Nous arrivons enfin aux théories atomistes de Leucippe et de Démocrite. Décidés à tenir compte du témoignage des sens, ils acceptent, dès le principe, la multiplicité; puis, tenant pour établi par les Éléates que le mouvement suppose le vide, c'est-à-dire le non-être, ils en concluent, contre eux, que le vide existe et que le non-être est au moins d'une façon relative. Ceci nous montre comment MM. Pillon et Mabilleau sont au fond d'accord.

De ces propositions fondamentales découle un système où le principe substantiel est représenté par une multitude d'éléments dont chacun sera une unité pleine et homogène, ce qui concilie l'*unité de l'être* avec la *multiplicité des êtres*. Ces corpuscules seront plongés dans le vide, où ils se grouperont et se mêleront suivant des combinaisons infiniment variées, ce qui conciliera l'*immutabilité de l'être* avec la *génération et la corruption des êtres*. L'existence simultanée et corrélative de l'*être* et du *non-être* signifie donc que les choses se composent de la substance qui remplit l'espace, et de l'espace qui permet à la substance de se mouvoir et de se modifier.

Les atomes sont en nombre *infini* pour des raisons que nous ne connaissons pas historiquement, " mais que l'on peut facilement comprendre „, dit M. Mabilleau, qui donne les siennes tout en indiquant les raisons différentes des autres commentateurs. Comme leur nom même l'indique, les atomes sont *indivisibles*, et ils ont une grandeur déterminée, au dire de tous les commentateurs, sauf de M. Renouvier ; M. Pillon lui-même l'abandonne sur ce point : des éléments *pleins* avec des intervalles vides entre eux, voilà la conception des corps. Il subsistait, il est vrai, une grave difficulté : comment concilier les notions d'indivisibilité et d'étendue ? Selon Galien, Leucippe le faisait en n'accordant aux atomes qu'une indivisibilité *de fait*, ὑπὸ σμικρότητος, et M. Mabilleau croit que la pensée de Démocrite doit s'interpréter dans le même sens.

*Immuables* et *éternels* enfin sont les atomes, car, d'une part,

aucun changement ne peut survenir dans leur substance simple, et, d'autre part, ils ne peuvent être sortis ni d'un autre élément ni du néant.

Quelles sont les propriétés constitutives, les qualités premières des atomes ? Ce sont essentiellement la *solidité*, qui implique l'impénétrabilité, et la *figure*. La diversité des figures, des formes géométriques, et cela en nombre infini, est un des gros vices de la doctrine de Démocrite, pour qui tient à l'unité des éléments de la matière ; la multiplicité de la figure entraîne d'ailleurs naturellement celle de la grandeur. La *pesanteur* a donné lieu à d'interminables discussions ; l'interprétation la plus rationnelle de tous les documents paraît être celle de M. Renouvier, d'après qui il ne s'agit que de la *pesanteur par excès*, c'est-à-dire de la force qui résulte de l'impulsion, par un volume supérieur, d'un volume moindre qui vient d'être abordé par lui.

Les atomes se meuvent dans le vide, ce non-être des Éléates ; mais l'expression n'a plus qu'un sens relatif. La réalité du vide apparaît dans divers faits d'expérience, notamment dans celui qu'un vase plein de cendre peut recevoir autant d'eau que quand il est vide.

Les déterminations secondes des corps dérivent de leurs propriétés essentielles, combinées avec l'*ordre* et la *position* ; elles se produisent d'ailleurs par le *changement* et l'*action*, la seconde engendrant le premier ; comme celui-ci se ramène à un déplacement, l'action est toute mécanique. Notons, après M. Pillon, que Descartes trouvait dans son spiritualisme une justification, qui manque aux matérialistes, de la distinction entre les deux ordres de qualité.

Les *éléments* ou substances premières répugnent à l'atomisme, et Démocrite n'attribue qu'une valeur toute relative à la théorie des quatre éléments.

Au contraire, la question du mouvement est de première importance pour l'atomiste, car c'est lui qui, en engendrant toutes les combinaisons, donnera naissance aux mondes. Le mouvement est éternel, et cette éternité s'impose à tout matérialisme ; mais M. Mabilleau ajoute : " et même à tout spiritualisme, car c'est différer le problème que de mettre le mouvement en puissance dans un être éternel qui le réalise *à son heure* ". Employer un langage qui manque à ce point de précision, c'est évidemment se condamner à fausser les questions délicates. Étant donné d'ailleurs ce mouvement éternel, les transmissions

et modifications qu'il subira seront le résultat de la pesanteur, telle que la comprend M. Renouvier.

Tous les chocs qui se produisent sont bien le résultat du *hasard*, quelques réserves qu'on puisse faire sur cette expression, si l'on entend par là l'absence de toute conception téléologique et même de tout développement rationnel se formulant par une loi. La diversité des atomes facilite d'ailleurs des groupements spéciaux qui séparent une partie du tout d'avec le reste et constituent un *monde*. Les mondes sont innombrables, car, le nombre des atomes étant infini comme l'espace, il n'y a aucune raison pour limiter les chances d'agrégation. Leur durée n'est point illimitée ; mais ils s'accroissent ou se désagrègent sans aucun rythme analogue à ceux qu'ont reconnus Héraclite et Empédocle. Toutefois Démocrite paraît peu conséquent avec lui-même quand, à propos des êtres organisés, il parle de nécessité et même de raison.

L'âme est formée d'atomes qui, en vertu de leurs dimensions et de leurs formes, sont très sensibles à la pression et au choc, et c'est ainsi que l'intelligence est la force motrice du monde. Les sensations sont le résultat de la pénétration dans le cerveau d'atomes envoyés par les corps, et la raison, constamment opposée aux erreurs des sens, ne paraît être, comme l'a dit M. Liard, que l'ensemble des sensations corrigées l'une par l'autre et ramenées à une sorte de moyenne.

Le but de la vie est le bonheur, résultant d'un ensemble de sensations agréables ; mais Démocrite introduit ici une idée d'harmonie : la vertu, c'est l'accord des actes, comme la raison est l'accord des impressions. Quant aux dieux, il n'en admettait point, à proprement parler.

En résumé, la physique est la seule science sur laquelle Démocrite ait des aperçus intéressants : " Rien ne vient de rien ; rien de ce qui existe ne peut être anéanti. Tout changement n'est qu'agrégation ou désagrégation des parties. „ Ce sont assurément des énonciations qui, dans le domaine scientifique, ont une rare valeur.

L'étude des *variations de l'atomisme* nous réserve une surprise : c'est de la voir s'ouvrir par celle d'Anaxagore qui, né d'ailleurs quarante ans avant Démocrite, a toujours passé pour un philosophe ionien. Il rejette le vide et considère la matière comme indéfiniment divisible, et, quelque loin qu'on poursuive la division, les particules obtenues restent ce que sont les

grandes parties. Nous croyons pouvoir passer rapidement sur une doctrine aussi éloignée de celle que nous étudions, mais non, toutefois, sans signaler combien nous avons été surpris de ne rien trouver sur l'interprétation donnée par M. Paul Tannery de la théorie des *homœoméries*, interprétation de nature à en relever la valeur. Nous avons du reste remarqué que M. Mabilleau ne mentionne jamais les travaux de ce philosophe érudit, notamment son beau livre : *Pour l'histoire de la science hellène* (1).

Cette remarque faite, abordons de suite l'étude de l'épicurisme. L'idée nouvelle qui caractérise cette doctrine, c'est, dit-on généralement, l'attribution à l'atome d'un pouvoir moteur immanent et essentiel, désigné sous le nom de *pesanteur*. M. Mabilleau conteste cette tradition, Démocrite ayant déjà fait cette attribution ; mais nous avons vu que la pesanteur de ce dernier paraît avoir eu un autre caractère, plus philosophique du reste à nos yeux. Quoi qu'il en soit, Épicure attribue à tous les atomes une égale chute dans le vide, ce qui l'a amené à imaginer son célèbre *clinamen* pour leur permettre de se choquer, et ces deux modifications paraissent peu heureuses à M. Mabilleau, l'égale chute ne se rattachant, pour Épicure, à aucune raison scientifique (2), et le *clinamen* n'étant qu'un mauvais expédient. Quant à la discussion du sens des mots *haut* et *bas*, où notre auteur donne encore raison à Démocrite, elle nous paraît assez pauvre des deux côtés.

Mais le *clinamen* n'a-t-il pas une autre portée que celle d'un simple expédient pour expliquer le choc des atomes ? Lucrèce indique très clairement qu'il sert aussi à rompre le déterminisme des causes et à fonder la liberté, dans le passage suivant dont M. Mabilleau cherche vainement à réduire l'importance :

" Denique, si semper motus connectitur omnis,
Et vetere exoritur semper novus ordine certo,

(1) Voir pp. 280-290.

(2) Lucrèce dit cependant très-justement :

" Nam per aquas quaecumque cadunt atque aera deorsum,
Hac, pro ponderibus, casus celerare necesse est ;
Propterea, quia corpus aquae, naturaque tenuis
Aeris haud possunt aeque rem quamque morari :
Sed citius cedunt gravioribus exsuperata.
At contra nulli, de nulla parte, neque ullo
Tempore inane potest vacuum subsistere rei,
Quin, sua quod natura petit, concedere pergat. „

Liv. II, v. 230-237.

Nec declinando faciunt primordia motus
Principium quoddam, quod fati fœdera rumpat
Ex infinito ne causam causa sequatur :
Libera per terras unde haec animantibus exstat,
Unde est haec, inquam, fatis avulsa voluntas,
Per quam progredimur, quo ducit quemque voluptas,
Declinamus item motus, nec tempore certo,
Nec regione loci certa, sed ubi ipsa tulit mens (1). „

M. Mabilleau admet que Guyau, " un enthousiaste „, ait attaché de l'importance à de telles paroles ; mais il ne saurait pardonner à M. Pillon, un logicien, un criticiste élevé à l'école de Kant, d'écrire que " l'épicurisme est une philosophie de la liberté „. Si l'on trouve ces paroles peut-être un peu trop absolues, du moins devra-t-on, semble-t-il, dire avec M. Boutroux que le *clinamen* est " une ébauche du libre arbitre (2) „. Placé à un point de vue diamétralement opposé, M. Mabilleau fait de la discussion de M. Pillon sur le *clinamen* une critique développée dont les détails, résultats de cette opposition essentielle, sont peu intéressants par là-même, sauf quand il relève l'inconséquence, vue par M. Pillon, où serait tombé Épicure en n'accordant pas aux atomes " quelque propriété psychique qui fût à la conscience ce que la déclinaison est à la liberté „. C'est là le vice essentiel à toute doctrine matérialiste, condamnée à faire résulter le psychique du mécanique.

Si nous jetons un regard d'ensemble sur l'atomisme ancien, nous y voyons quelques grandes idées philosophico-scientifiques que nous avons déjà fait ressortir et qu'on nous pardonnera de remettre en évidence par quelques citations empruntées à la traduction du 1er livre de Lucrèce par Sully-Prud'homme :

" Mais rien ne natt de rien, ma Muse te l'apprit,
Et rien n'est jamais né que le néant reprit.
De l'atome immortelle est donc la masse entière ;
L'objet, s'y résolvant à son heure dernière,
Rapporte au renouveau des choses la matière !
Ainsi, fort de sa simple et solide unité,
L'atome se conserve et rouvre la carrière
Aux transformations depuis l'éternité !
. . . . . .

(1) Liv. II, v. 251-260.
(2) *De l'idée de loi naturelle*, p. 66.

Il est donc un milieu libre, vide, impalpable.
Rien ne serait sans lui de se mouvoir capable ;
Car leur solidité formerait chez les corps
Un mutuel obstacle à leurs communs efforts,
Et nul n'avancerait, puisque nul dans la masse
Aux autres ne pourrait le premier faire place.

. . . . . .

Le point, le dernier terme où le plein se résout,
Limite qui n'est plus des organes sentie,
Existe assurément sans aucune partie.

. . . . . .

Si la division n'a son terme borné,
Le moindre corps se prête à des parts innombrables,
Les moitiés des moitiés sont en deux séparables
Toujours, et tout objet reste indéterminé.

. . . . . .

Tout corps, par son essence, ou n'est qu'un élément,
Ou d'éléments ensemble agrégés se compose ;
S'il est élémentaire, à l'effort violent
Pour le broyer, sa masse invincible s'oppose. „

En dehors de ces principes généraux, on trouve, en Lucrèce, de belles et poétiques descriptions, telles que celle de la tempête, qui sert à prouver qu'il y a des corps, là où l'œil ne peut les saisir ; mais le développement scientifique est généralement bien pauvre. M. Mabilleau n'en paraît point frappé ; mais sa longue étude de l'atomisme grec nous a paru bien vide à ce point de vue, et ce n'est pas sa faute, hâtons-nous de l'ajouter. Comme l'a dit M. Paul Tannery, la conception atomistique, qui devait devenir dans les temps modernes le pivot fondamental sur lequel roulent toutes les hypothèses physiques, est échue, dans l'antiquité, aux mains de l'école la moins scientifique de toutes (1).

III. *L'atomisme au moyen âge. — L'atomisme arabe.* — Entre l'antiquité et le XVII^e siècle, la tradition atomiste se trouve en grande partie rompue ; néanmoins on peut dire qu'une école théologique arabe a interrompu la prescription. Quant aux alchimistes, qui ont soutenu la théorie de l'unité de matière et celle des combinaisons, M. Mabilleau estime devoir les com-

(1) *Pour l'histoire de la science hellène*, p. 283.

prendre dans son histoire de l'atomisme, tout en reconnaissant, avec M. Berthelot, qu'on ne lit rien dans leurs œuvres qui soit relatif aux théories de la vieille atomique. Le chapitre qu'il leur consacre est, du reste, court et de peu d'intérêt, et nous préférons insister sur l'école arabe des Motecallemîn.

Disons d'abord que la principale source d'informations est le *Guide des égarés (Moré Nebouchim)* du juif Maïmonide (1), ardent adversaire de cette école. C'est évidemment une circonstance peu favorable, mais qui n'empêche pas la doctrine qu'il combat d'apparaître comme fort intéressante.

Les hérésies musulmanes qui surgirent peu après la mort du Prophète donnèrent lieu à tout un corps de discussions théologiques portant le nom de *Calâm*, dont le sens très extensif est à peu près celui de Λόγος, et le mot de *Motecallem* ou *Motakhallem* (dérivé de la même racine) désigne le théologien dogmatique, le scolastique, qui défend la religion contre les attaques venues du dehors.

D'après le *Calâm*, " la plupart des dogmatiques supposent que les corps simples consistent en de petites parcelles qui ne subissent aucune division ultérieure, de manière que ces parcelles sont en nombre fini „. " Toutes ces parcelles sont semblables, dit Maïmonide, et pareilles les unes aux autres, et il n'y a entre elles aucune espèce de différence... Chacune de ces parcelles est absolument sans quantité, mais, lorsqu'elles sont réunies les unes aux autres, cet ensemble a de la quantité et alors est un corps. „ De même, le temps est divisé en particules indivisibles qu'on appelle les instants ; chaque atome créé dure un instant, et, s'il persiste, c'est par renouvellement de l'acte créateur.

Quant aux actions mutuelles des atomes et à leurs mouvements, il semble bien que les Motecallemîn aient devancé Malebranche : " Ils soutiennent, dit Maïmonide, que cette étoffe que nous croyons avoir teinte en rouge, ce n'est pas nous qui l'avons teinte, mais c'est Dieu qui a fait naître cette couleur dans l'étoffe, au moment où celle-ci s'est unie à la couleur rouge... Ils soutiennent encore que, lorsque l'homme meut la plume, ce n'est pas l'homme qui la meut ; car ce mouvement qui naît dans la plume est un accident que Dieu y a créé... Il n'y a absolument aucun corps qui exerce une action : le dernier efficient n'est autre que Dieu. „ Les lois de la nature sont contingentes :

(1) Traduit en français par Munck, 1856-1863.

" C'est Dieu qui a fait courir l'habitude que cette couleur noire ne naquît qu'au moment où l'étoffe s'unit à l'indigo. „

L'existence du vide est démontrée exactement comme par Lucrèce *(Guide des égarés*, t. I. p. 379).

La question de l'âme a de l'importance dans cette philosophie religieuse. " Au sujet de l'âme, dit Maïmonide, les Motecallemîn sont divisés : selon l'opinion dominante, elle est un accident existant dans un seul de tous les atomes dont l'homme, par exemple, est composé, et si l'ensemble s'appelle animé, c'est parce que cet atome en fait partie. Il y en a qui disent que l'âme est un corps composé d'atomes subtils (I, 587). „ Quant à leur doctrine sur Dieu, nous ne saurions suivre M. Mabilleau dans l'étude qu'il en fait ; mais nous tenons à noter cet argument fortement appuyé sur le principe de raison suffisante : " Chacun accorde que l'existence du monde soit *possible*, car, s'il avait une existence nécessaire, il serait Dieu... Or, puisque ce dont l'existence n'est que possible existe *réellement*, quoiqu'il y ait pour lui une égale raison d'être et de ne pas être, c'est là une preuve qu'il y a quelqu'un qui en a préféré l'existence à la non-existence. „

Nous avons dû être très sommaire, mais on aura peut-être entrevu l'intérêt de cette philosophie arabe, où M. Mabilleau croit voir bien marquée l'influence de Kanada et de ses disciples. En tout cas, on y voit appliquer pour la première fois à l'atomisme les conceptions monothéistes, et c'est là un grand fait, car, comme l'a dit Lange, peu suspect en la matière : " Lorsque, d'une façon libre et grandiose, on attribue à un seul et même principe (Dieu) la direction unique du monde, la corrélation des choses par le lien de la cause à l'effet devient non seulement admissible, mais elle est encore une suite nécessaire de l'hypothèse. „

IV. *L'atomisme dans la philosophie moderne.* — L'atomisme arabe va servir de point de départ à l'atomisme chrétien, qu'il y ait ou non là une filiation véritable. Sur Gassendi, il y a loin, en apparence au moins, d'y avoir accord entre MM. Pillon et Mabilleau, le premier voyant dans son œuvre un atomisme simplement cosmologique, tandis que le second y aperçoit toute une philosophie. Au fond, il semble bien qu'il y ait là surtout une querelle de mots, M. Pillon appelant cosmologique tout atomisme concilié avec la notion de Dieu. M. Mabilleau étudie d'ailleurs Gassendi avec beaucoup de détail ; mais il n'arrive pas à faire ressortir clairement sa théorie sur l'âme, qui apparaît

cependant comme une combinaison d'atomes spéciaux, dont on ne saurait dire qu'ils sont des éléments insensibles, " *bien qu'ils ne sentent pas effectivement* (?) „. C'est bien vague, sans compter qu'il ne parle pas de l'âme incorporelle, qui seule peut s'élever au-dessus des images et constituer l'entendement. Il le loue d'ailleurs beaucoup de n'être pas tombé dans l'occasionalisme des Motekallemîn et de ne s'être servi de Dieu que pour fonder un dynamisme immanent dans les atomes : pour nous, ces critiques contre l'occasionalisme dérivent d'une notion inexacte de l'immutabilité divine, et nous avons déjà vu que, sur ce point, M. Mabilleau semble avoir des idées peu précises.

Descartes, assurément, n'était pas atomiste ; mais son mécanisme était de nature à présenter bien des points de contact avec la théorie renouvelée par Gassendi ; aussi n'est-on pas surpris que certains de ses disciples, comme Cordemoy, aient cru pouvoir rejeter la divisibilité à l'infini ; par l'occasionalisme d'ailleurs, celui-ci revient à la doctrine du Calâm. Fénelon lui-même incline vers l'atomisme.

Passant en Angleterre, M. Mabilleau y trouve à venger une nouvelle victime de M. Pillon, Cudworth, mais il le fait d'une façon si vague qu'il ne nous donne aucune conviction. Quant au chimiste Boyle, disciple enthousiaste de Gassendi, il change peu de chose à l'atomisme mécanique, soudé à une métaphysique spiritualiste, que professait son maître.

Enfin Newton, ami de Boyle, va faire progresser la question ; mais ici, avouons-le, M. Pillon paraît avoir ménagé un succès à M. Mabilleau en exaltant Newton pour une énonciation qui vient de Gassendi, celle que la constance de la nature des corps paraît exiger des éléments immuables, dont les diverses associations produisent les changements des choses corporelles. Quant à la loi de la gravitation, il paraît bien que Newton y vit d'abord la marque d'une attraction ; mais la violente polémique qui se souleva à cette occasion lui fit prendre une attitude expectante : " *hypotheses non fingo* „. La métaphysique toutefois ne l'effrayait pas : de l'espace il fait un attribut de Dieu, en sorte que, les corps ne s'en distinguant que si le vide existe, " la distinction de l'espace et du monde, c'est celle même de Dieu et du monde „, comme le dit M. Pillon : dès lors l'atomisme apparaît comme éminemment favorable au théisme, ainsi que l'a bien vu Voltaire.

Locke, par sa discussion sur la cohésion, mérite d'occuper une place éminente dans l'histoire de l'atomisme, sans avoir été, à

proprement parler, un atomiste. Toutes les explications mécaniques de la cohésion, remarque-t-il, supposent un autre corps que celui dans lequel on prétend l'expliquer; mais alors la difficulté est transportée sur les particules de cet autre corps, éther ou autre chose, et l'on tombe dans le vice logique du progrès à l'infini, si l'on veut poursuivre l'application de ce genre d'explication. Locke ajoute à cela que, le monde devant être fini, il faut que quelque chose empêche la matière de se diffuser hors de ses limites.

Cette discussion conduit logiquement à cette double conclusion, que les atomes ne sont point étendus, et qu'au pur mécanisme des actions externes on doit substituer des forces inhérentes aux éléments matériels. Locke a fort bien fait ressortir du reste ce que la conception des atomes *durs* de Newton a de peu satisfaisant, puisque la dureté n'est qu'un effet de la cohésion.

Quand on est arrivé là, il n'y a plus qu'à conclure, et c'est à Boscovich qu'appartient l'honneur de l'avoir fait; pour lui, la nature est formée d'atomes inétendus, entre lesquels s'exercent des actions attractives ou répulsives, suivant leurs distances. Newton avait entrevu ces actions, mais il n'avait pas compris qu'elles expliquent l'impénétrabilité. Boscovich attribuait justement à ces forces un caractère tout mathématique : " Je pense, disait-il, que deux points de matière sont également déterminés, soit à s'approcher, soit à s'éloigner l'un de l'autre, selon la distance qui les sépare. C'est cette détermination que j'appelle force, *exprimant par ce mot, non le mode d'agir, mais la détermination même.* „ Pour lui, d'ailleurs, tous les atomes sont identiques. Nous regrettons de ne pouvoir nous étendre sur l'œuvre d'une si haute valeur de Boscovich, notamment sur sa critique de l'infini réalisé; mais pourquoi faut-il qu'on trouve, sous la plume de M. Mabilleau (et même de M. Hannequin dans sa thèse si remarquable sur l'*Hypothèse des atomes dans la science contemporaine*), l'assertion que Boscovich substitue la force à l'atome comme principe de l'être, alors que la citation qui précède montre si bien le contraire? Serait-ce que, pour certaines personnes, la masse et l'étendue seraient inséparables?

Revenons maintenant à Locke, qui fut le précurseur de l'atomisme psychologique moderne, comme il le fut de l'atomisme mathématique de Boscovich. Chacun sait en effet que le philosophe anglais doutait si un être matériel peut ou non penser; mais il ne semble pas qu'il ait rien écrit de décisif dans le sens d'un atomisme psychologique. Au contraire, on peut considérer

le monadisme de son grand contradicteur Leibniz comme une des formes les plus élevées de cette doctrine, bien que gâtée, selon nous, par l'admission du nombre infini des monades. La discussion à laquelle se livre M. Mabilleau sur ce système est très intéressante : " Le monadisme, conclut-il, a ruiné à jamais le concept de matière passive et transformé pour un temps le concept de matière active qui venait de reparaître dans la doctrine vaguement hylozoïstique de Gassendi. „

Si l'influence de Locke sur Leibniz fut très restreinte, il en est tout autrement de son action sur Maupertuis. M. Mabilleau apprécie peu le faux docteur Baumann et son *Système de la nature;* mais l'étude développée qu'en a faite M. Pillon ne nous permet pas d'être de cet avis. Citons, comme exemple, son argumentation si précise contre l'atomisme d'Épicure : " Pour renverser un tel système, dit-il, il suffit de demander à ceux qui le soutiennent comment il serait possible que des atomes sans intelligence produisissent une intelligence. Croient-ils que l'intelligence se tire du néant elle-même? Car elle naîtrait du néant si, sans qu'il y eût aucun être qui contînt rien de sa nature, elle se trouvait tout à coup dans l'univers. „ Ajoutons que Maupertuis se distingue de Leibniz en ce que, sous réserve de l'âme indivisible et immortelle qu'exigent les idées morales, il enseigne que chaque élément, en s'unissant aux autres, perd la conscience du *soi* et concourt à former la conscience du tout.

Sans nous arrêter à Lemaire et Roiset, ni à Mme Clémence Royer et quelques autres, sans entrer non plus, pour les raisons que nous avons déjà dites, dans la discussion du livre consacré à l'atomisme dans la science, résumons brièvement les conclusions personnelles de l'auteur. Admettant, avec Leibniz, le progrès de la monade et, par suite, la subordination des éléments inférieurs autour d'un centre plus parfait, il échappe à la conclusion que l'esprit ne serait que la résultante des combinaisons organiques. Ainsi est sauvegardé le principe de l'*unité de l'esprit*, postulat de la conscience et de la raison. " L'organisme serait l'ensemble des monades inférieures groupées, dès le premier moment, par la monade séminale, et peu à peu entraînées dans le mouvement des fonctions vitales, sous l'influence active et directrice du principe d'unité, qui ne serait autre que l'esprit... Le corps est le sujet des perceptions de l'âme et, le corps manquant, l'âme ne serait plus qu'une puissance pure. De même, une âme ne saurait passer d'un être dans un autre, parce qu'il y a,

comme dit Aristote, une adaptation rigoureuse de l'unité à la proportion qu'elle détermine et régit. „

D'autre part, par son impuissance radicale à faire sortir la matière, par elle-même, du chaos de la division, l'atomisme fait ressortir la nécessité d'une loi *transcendante* pour grouper les unités isolées en systèmes et ordonner les systèmes de façon à obtenir la résultante universelle. " L'atomisme suppose une finalité interne en chaque être et un plan externe pour tous. Au dehors comme au dedans, l'atome n'est rien que par la pensée; c'est elle qui le *meut* en tant qu'il est *force*, c'est elle qui le dirige en tant qu'il est *matière* : *Spiritus intus alit, — Mens agitat molem.* „

GEORGES LECHALAS.

## III.

DIE RESTE DER GERMANEN AM SCHWARZEN MEERE. Eine ethnologische Untersuchung von DR. RICHARD LOEWE. — Halle, Niemeyer, 1896. — Un vol. in-8° de XII-270 pp.

Il y a beau temps déjà que le problème soulevé dans l'ouvrage de M. Loewe passionne les ethnologues. Le 16 décembre 1562, Auger Busbecq, le célèbre ambassadeur de la cour d'Autriche à Constantinople, écrivait, dans sa quatrième lettre sur la légation de Turquie : " Je ne saurais passer sous silence les renseignements recueillis sur une population qui, aujourd'hui encore, occupe la Chersonèse Taurique, et dont j'avais entendu parler fréquemment comme accusant par son langage, ses mœurs, sa physionomie même et ses caractères anthropologiques, une origine germanique. J'avais donc depuis longtemps le désir de voir quelque représentant de cette nation et aussi d'obtenir par lui, si c'était possible, quelque document écrit dans sa langue. Mais mon espoir avait été déçu. Toutefois, le hasard vint donner quelque satisfaction à ma curiosité. Il arriva ici deux délégués de cette tribu, chargés de déférer au sultan je ne sais quelles plaintes de la part de leurs concitoyens. Mes interprètes les rencontrèrent, et se rappelant que je leur avais autrefois demandé de me communiquer, le cas échéant, ce qu'ils apprendraient au sujet de ce peuple, ils m'amenèrent à dîner les deux

envoyés. L'un des deux était de taille élancée; tout son extérieur respirait une sorte de simplicité ingénue, on l'eût pris pour un Flamand ou un Hollandais. L'autre était plus petit, d'apparence plus massive. Son teint était sombre. Comme il était d'origine grecque, la langue hellénique lui servait d'idiome maternel. Toutefois, un fréquent commerce avec les tribus de la Chersonèse lui avait acquis une pratique très suffisante de leur langue. Au contraire, le premier, grâce au voisinage de la Grèce et à des relations suivies avec ce pays, s'était tellement approprié leur langage qu'il avait oublié le dialecte de ses compatriotes (1).„

Busbecq essaie en outre de déterminer à quelle race appartenaient les deux envoyés de la Chersonèse rencontrés par lui à Constantinople. " Je ne saurais, dit-il, décider si ce sont des Saxons ou des Goths. Si ce peuple est saxon, je pense qu'il aura été poussé en ce pays par Charlemagne, qui dispersa cette nation en différentes contrées du globe. La preuve en serait dans le grand nombre de villes de la Transylvanie qui sont, même de nos jours, occupées par des Saxons. Il se pourrait que les tribus les plus sauvages eussent été reléguées dans la Tauride jusqu'en Chersonèse, où elles ont gardé jusqu'à ce jour la religion chrétienne au milieu des populations infidèles. Si ce sont des Goths, je crois qu'ils habitaient jadis un territoire limitrophe des Gètes. On ne sera pas dans l'erreur, sans doute, en affirmant que la majeure partie de la région comprise entre les îles de Gothie et de Prœcope (2) était autrefois au pouvoir des Goths. „

Enfin, après avoir décrit, dans les termes que nous venons de traduire, les caractères anthropologiques des Goths de Crimée, Auger Busbecq insiste longuement sur la langue de ce peuple. Il donne une double liste, l'une de trente-neuf mots, l'autre de vingt-sept. L'identité des termes de la première avec les idiomes germaniques saute aux yeux; pour ceux de la seconde liste, cette identité est moins évidente, mais une analyse philologique patiente parvient à l'établir pour la plupart des cas.

C'est en notre siècle que les pages curieuses de Busbecq attirèrent vivement l'attention des philologues et des ethno-

(1) *Augeri Gislenii Busbequii de legatione turcica epistolae quatuor* éd. de Leyde, 1633, pp. 321-327.

(2) La Gothie formait le sud de la Crimée actuelle, et ce que Busbecq appelle l'île de Prœcope est évidemment le territoire de la ville moderne de Perecop. Voir Sprüner-Menke. *Hand-Atlas für die Geschichte des Mittelalters und der neueren Zeit*, 3e édit., 1880, no 68.

graphes. Les premières interprétations furent peu scientifiques. C'est ainsi que J. Kickx (1), à la suite de Des Roches (2), avait cru reconnaître des Scythes dans les indigènes signalés par Busbecq. Heffner (3) adoptait l'hypothèse de l'historien allemand Henzel, retrouvant ici les Boïens, peuplade gauloise du centre de l'Europe, émigrée en Asie mineure et connue plus tard par les Grecs et les Romains sous le nom de Gallo-Grecs ou Galates.

Personne n'a ratifié l'opinion de Busbecq relativement à la possibilité d'apparenter les habitants de la Chersonèse aux Saxons, et c'est la seconde de ses hypothèses, celle qui en fait des Goths, qui rallie aujourd'hui tous les suffrages, et qui ressort des travaux philologiques de Massmann (4), Mannhardt (5), Förstemann (6), Kremer (7), Ihre (8), Diefenbach (9), von der Gabelentz et Loebe (10), Le Marchant Douse (11), Tomaschek (12).

Il est piquant de rapprocher de ces nombreux et intéressants travaux, provoqués par la lettre de Busbecq, l'observation qu'elle suggérait, au XVIIIe siècle, à l'abbé de Foy, l'un de ses traducteurs : " Dans cet endroit, Busbecq, pour faire voir le rapport que la langue de cet insulaire avait avec la sienne, rapporte un grand nombre de mots dont j'ai cru devoir épargner l'ennui au lecteur; cette nomenclature ne m'a pas paru assez intéressante pour que je crusse être dans le cas d'encourir des reproches sur la liberté que je prends en la retranchant de ma traduction (13). „ Que dirait aujourd'hui l'abbé de Foy en voyant avec quel soin minutieux l'érudition contemporaine a commenté le passage des œuvres de Busbecq si dédaigné par lui ?

En 1884, au Congrès archéologique d'Odessa, on avait posé la question suivante : *De quelle nation étaient les étrangers*

(1) BULLETINS DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE, t. VI, p. 211.
(2) *Histoire ancienne des Pays-Bas autrichiens*, p. 37.
(3) *Notice sur Auger-Ghislain de Busbeck*, p. 132-134.
(4) HAUPT'S ZEITSCHR. F. D. ALT., t. I, pp. 345 et suiv., et SITZUNGSBERICHTE DER GEOGR. GESELLSCH. IN BERLIN, 1851, pp. 14 et suiv.
(5) *Ueber eine gothische Mundart*, dans ZEITSCH. F. VERGLEICHENDE SPRACHFORSCHUNG, t. II, pp. 166-181.
(6) *Geschichte des deutschen Sprachstammes*, t. II, pp. 158-170.
(7) *Beiträge* de Paul et Braune, t. VII, p. 415.
(8) Introduction au *Glossarium suio-gothicum*.
(9) *Vergleichendes Wörterb. der gothischen Sprache*.
(10) Introduction à la grammaire gothique publiée par Migne, *P. L.*, t. XVIII, p. 894.
(11) *Introduction to the Gotic of Ulfilas*, p. 5.
(12) *Die Goten in Taurien*, pp. 57-67.
(13) *Lettres du baron de Busbecq*, t. II, p. 308.

*venus de la Crimée qui se présentèrent à Busbecq, ambassadeur allemand à Constantinople ?* M. C. G. Curtis, dans sa réponse (1), chercha à établir que ces étrangers étaient des Varègues, les descendants de la garde palatine de Byzance dont parle Codinus (2).

Après tant de recherches qui se sont succédé depuis un demi-siècle, M. Loewe a pensé qu'il y avait encore à glaner. En effet, ces recherches n'avaient pas abouti sur tous les points. Il restait bien des témoignages intéressants à recueillir sur les Goths de Crimée ; plusieurs des termes du vocabulaire dressé par Busbecq étaient demeurés inexpliqués ou avaient reçu de fausses interprétations. La phonétique de cette langue germanique avaient été complètement négligée. On ne s'était guère occupé des caractères anthropologiques de ce peuple oublié, et l'on n'avait pas davantage essayé de refaire son histoire. En un mot, on s'était surtout contenté de relever les indices de son existence à travers les siècles, de caractériser son idiome et sa nationalité.

M. Loewe a voulu combler toutes les lacunes que nous venons de signaler dans les travaux de ses devanciers. Il a même élargi le sujet, et bien que les Goths de la Crimée aient la grosse part de son volume, il a pourtant étendu ses investigations à tous les descendants des races germaniques groupés autour de la mer Noire. En effet, outre les Goths de la Crimée, il y a là en Bithynie, sur les côtes de l'Asie mineure, les Γοτθογραῖκοι signalés par Théophane (3), et les Δαγοτζηνοί mentionnés par Constantin Porphyrogénète (4). Dans le Caucase, on connaît les tribus germaniques des Εὐδουσιανθί et des Τετραξῖται. Enfin en Europe, en Mésie, il y eut, non loin de Nicopolis, sur les bords de la mer Noire, les *Gothi minores*, appelés aussi Goths de Mésie.

Mais, je le répète, c'est aux Goths de Crimée que M. Loewe accorde toute son attention. Il commence par rechercher dans l'histoire tous les témoignages qui ont précédé et suivi celui d'Auger Busbecq, depuis le VIIIe jusqu'au XVIIIe siècle. Nous en citerons quelques-uns. Vers la fin du VIIIe siècle, les habitants du Pont étaient diocésains des évêques de Chersonèse et de *Gothie* (5). Les Bollandistes ont publié les Actes d'un évêque

(1) *Compte rendu du Congrès archéologique d'Odessa*, t. II, 1889, pp. 186-191.
(2) *De Officiis palatii*, éd. de Bonn, 1839, cap. VI.
(3) Éd. de Boor, t. I, p. 385.
(4) *De Thematibus*, lib. I, éd. de Bonn, t. III, p. 25.
(5) Surius, *Vita S. Stephani*, ad d. 28 nov.

Jean de Gothie (1), et dans la légende de saint Cyrille, l'apôtre des Slaves, le nom des Goths apparaît dans une énumération des peuplades de la Chersonèse (2). En 1245, une lettre du pape Innocent IV adressée, le 22 mars, aux Frères-Mineurs des régions orientales, mentionne les Goths parmi les peuples de ces régions (3). Le 20 mai 1253, Rubruk, envoyé par saint Louis au grand Khan de Tartarie, abordait en Chersonèse, et, dans la description qu'il fait de ce pays, on relève le passage suivant: " Entre Cherson et Soldaia, il y a quarante châteaux-forts; les habitants de chacun d'eux ont leur idiome particulier. Parmi eux, il y avait beaucoup de Goths, qui parlent un idiome teutonique (4). „ En 1305, Jean de Montcorvin remarque que, pour aller en Asie, la route qui passe par la " terre des Goths „ est plus courte et plus sûre (5). Dans le bref de Jean XXII, donné le 5 juillet 1333 au Frère Richard d'Angleterre (6), il est aussi question de la " terre de Gothie „. Il y a enfin de la même époque des pièces, publiées par Silvestre de Sacy, où la Gothie est mentionnée et où l'on parle du " *Capitaneatus Gothiae* (7) „.

Sur les Goths de Crimée nous possédons des renseignements plus explicites encore dans certaines relations de voyages, notamment dans celles de Jean Schiltperger, bourgeois de Munich, qui visita la Chersonèse en 1427, et du Vénitien Josaphat Barbaro en 1436. Le premier cite en Crimée une région du nom de *Kuthi*, où était en usage la langue *Kuthia* (8). Sous une forme arménienne ou tartare, nous avons là une variante du terme *Gothia*. Le rapport de Barbaro est plus significatif encore: il confirme d'une manière frappante ce que Rubruk écrivait deux cents ans auparavant. En effet, le voyageur vénitien raconte que les Goths de la Crimée parlaient une langue tudesque et qu'ils se faisaient parfaitement comprendre d'un de ses serviteurs qui était allemand (9).

Le XVIe siècle fournit, outre la lettre déjà citée de Busbecq,

(1) *Act. SS.*, Iunii t. V, pp. 184-194.
(2) Cité par Tomaschek, *Die Goten in Taurien*, p. 26; Loewe, pp. 113, 114.
(3) Élie Berger, *Les Registres d'Innocent IV*, t. I, p. 208, no 1362.
(4) *Recueil des mémoires et des voyages, publié par la Société de géographie de Paris*, t. IV, p. 219.
(5) Cité par Tomaschek, *Die Goten in Taurien*, p. 46.
(6) Theiner, *Monum. Polon. et Lithuan.*, t. I, p. 347.
(7) *Notices et extraits des manuscrits*, t. XI, 1827, p. 52.
(8) Ed. de Karl Fr. Neumann, Munich, 1859, p. 135.
(9) *Viagi fatti da Vinetia alla Tana*, 1545, p. 18 *b*.

trois mentions des Goths de Tauride. La première vient de Matthias de Miechow, qui écrivait en 1517 (1). Dans son récit de la destruction de Mancup, la principale place forte des Goths orientaux, cet auteur constate que les chefs de Mancup étaient Goths de race et d'idiome, et que, en les mettant à mort, eux, les seuls restes de la langue et de la nationalité gothique, Mahomet II détruisait à tout jamais les Goths, qui avaient déjà disparu depuis longtemps d'Italie, d'Espagne et de France. Leur destruction ne dut pas toutefois être aussi complète que le prétend Miechow, puisqu'en 1555, Conrad Gessner affirmait que les Goths survivaient dans les montagnes de Crimée et qu'ils cultivaient la vigne avec succès (2). En parlant de la *Kuthia*, que nous avons dit être la Gothie, Schiltperger constate également que cette région était riche en vins (3). Peut-être même n'est-il pas invraisemblable que les Goths donnaient à leur pays le nom de *Veinagards* " vignoble „, s'il faut en croire Synesius qui parle de Οὐννιγάρδαι (4). Suidas écrit le même nom sous la forme Ὀϊνγάρδαι (5), et chez Zonaras on lit Οὐϊνγάρδαι (6). Un autre détail fourni par Gessner constate l'existence prolongée des Goths après la ruine de Mancup, quand il nous apprend qu'ils devaient fournir au Khan de Tartarie un contingent de huit cents mousquetaires.

La correspondance de Leibniz et de Ludolf montre que ces deux érudits se préoccupèrent vivement de vérifier les renseignements donnés par Busbecq (7). Mais il ne semble pas que leur curiosité ait jamais été satisfaite. Pourtant en 1699, Jean Peringskiöld, dans les notes dont il éclaire l'édition de la *Vita Theodorici regis Ostrogothorum* de Cochlaeus (8), écrit ce qui suit : " Le spathaire Nicolas, interprète moldo-valaque du Czar, qui fut, sous la minorité de Charles XI, ambassadeur auprès de la cour de Constantinople, déclare qu'il y a en Crimée environ trois cents villages habités par des indigènes d'origine gothique, se servant d'une langue teutonique et des rites des chrétiens. Ils

(1) *De duabus Sarmatiis, Asiana et Europeana*, p. 22.
(2) *Mithridates*, p. 42.
(3) *Loc. cit.*, vide supra.
(4) Synesii *Epist.*, 18, p. 300.
(5) *Suidae Lexicon*, ed. Bekker, p. 762.
(6) *Lexicon*, s. v. Lipsiae, 1802.
(7) *Leibnitii opera omnia collecta studio Ludovici Dutens*, t. VI, pp. 105, 109, 110, 112.
(8) Stockholm, 1699, p. 348.

ont pour évêque un prélat goth, qui réside à Caffa, autrement appelée Theodosiopolis, ville située sur le Bosphore cimmérien. » Sans doute, M. Loewe relève dans ce témoignage bien des inexactitudes de détail ; le fonds pourtant est à retenir.

Le témoignage du spathaire Nicolas clôt la série des renseignements certains sur l'existence des Goths de la Crimée, et M. Loewe est d'avis que c'est caresser un espoir chimérique que d'attendre le moindre résultat des recherches ethnographiques entreprises dans le but de retrouver des descendants des Goths décrits par Busbecq.

Il faut se borner aux documents que les temps passés nous ont livrés. Aussi bien, l'ouvrage de M. Loewe prouve qu'ils peuvent largement alimenter la critique. Sur les soixante mots du vocabulaire des Goths de Crimée livré par Busbecq, M. Loewe a réussi à établir une phonétique complète.

Voici les conclusions générales qui ressortent de cette étude. Le gothique de la Crimée était un dialecte germanique de l'ouest, et a de commun avec l'allemand ses deux modifications phonétiques principales et essentielles, l'allongement tonique et l'affaiblissement de toutes les voyelles atones en brèves. Un Allemand, en conversation avec un Goth de Crimée, a dû comprendre en très grande partie ce que lui disait son interlocuteur. Le gothique de la Crimée ressemblait plus à l'allemand et au bas-allemand que l'anglais et les dialectes nordiques. Il subit moins de transformations phonétiques que ces derniers idiomes, et s'associa moins d'éléments étrangers que l'anglais. Ce n'est donc pas par simple hasard que Rubruk a pu dire que les Goths de la Crimée parlaient *teutonice*, que Barbaro employait l'expression *in tedesco* et que Cureus qualifiait l'idiome en question de *teutsch*. De plus, c'est surtout du bas-allemand et même du néerlandais que se rapproche le gothique de la Crimée. Peut-être cette dernière conclusion paraîtra-t-elle suspecte, et l'on se dira que les transcriptions de Busbecq ont pu être influencées par sa qualité de West-Flamand, Busbecq étant originaire de Comines. M. Loewe démontre qu'il n'en est rien, et que l'ambassadeur de la cour de Vienne a traduit scrupuleusement les sons tels qu'il les percevait chez son interlocuteur.

Mais d'où sont venus les Goths qui ont si longtemps habité la Crimée ? M. Loewe voit en eux des restes de la nation des Hérules qui, par le Danube, se sont établis sur le Palus Méotide et se sont ensuite infiltrés dans le Caucase et en Crimée. Toutefois, ils ont perdu de bonne heure le nom particulier de leurs

ancêtres pour prendre celui plus générique de Goths, ou, pour mieux dire, les écrivains qui en ont parlé ont oublié la dénomination spéciale de leur tribu et les ont confondus sous le vocable universel de la race. Aussi M. Loewe n'est-il pas heureux dans le tour de force étymologique qu'il tente à propos de Timothée, le patriarche intrus d'Alexandrie, surnommé " le chat „ αἴλουρος. M. Loewe voit ici une corruption, par étymologie populaire, de Ἔλουρος pour Ἔρουλος, *Hellurus* pour *Herulus*. Cela est bien peu probable, et, en tout cas, aurait besoin d'une solide confirmation.

M. Loewe commente aussi longuement la lettre de Busbecq au point de vue anthropologique, et il en compare les données avec les récits d'autres voyageurs. Jusqu'à quel point les Hérules parvinrent-ils à se garder purs de tout mélange avec toutes les races qui vinrent se heurter dans la presqu'île de Crimée, Grecs, Tartares, Turcs, voilà qui est difficile à établir avec une complète précision, d'autant plus que les caractères ethnographiques signalés par Busbecq ne sont pas absolument décisifs.

Nous sommes sur un terrain aussi peu ferme, et M. Loewe ne se le dissimule pas, quand on cherche à déterminer les usages, les mœurs, le degré de civilisation des Goths de la Crimée. Faire le départ de ce qui leur appartient en propre et de ce qu'ils ont de commun avec leurs voisins d'autres races, n'est pas une entreprise aisée. En effet, ce que des historiens, comme Procope (1), rapportent à cet égard, n'est pas suffisamment caractéristique.

Il y a pourtant un côté de la civilisation gothique en Crimée qui semble bien frappant, et qui malheureusement a échappé aux investigations de M. Loewe. Nous voulons parler de la bijouterie des Goths. En effet, on a découvert en Crimée des pièces d'orfèvrerie très intéressantes, dispersées aujourd'hui dans le British Museum, la collection John Evans, l'Ermitage impérial à Saint-Pétersbourg, les musées archéologiques de Moscou et de Kertch. Il y a là en particulier des boucles de ceinture absolument semblables à celles qui étaient en usage chez tous les conquérants de l'Empire romain, des fibules d'or de la même facture que celles du trésor gothique de Szilagy-Somlyó en Hongrie, et des plaques cloisonnées du même dessin que la bordure de la couronne de Recesvinthus, conservée au

(1) *De aedificiis*, lib. III, cap. 7.

musée de Cluny. Ces recherches, dont les résultats ont été popularisés en France par M. le baron de Baye (1) et en Allemagne par M. le Dr Grempler, de Breslau, nous semblent d'une grande importance pour l'ethnographie des Goths de la Crimée et du Caucase. Nous les signalons à la sagacité de M. Loewe, afin qu'il les mette en œuvre, et que de ces données archéologiques il tire des conclusions qui viennent corroborer les déductions historiques et philologiques auxquelles son ouvrage a fait surtout appel.

Le lecteur s'est aperçu que, dans le compte rendu que nous faisons du livre de M. Loewe, les choses intéressantes qu'il rapporte nous ont préoccupé bien plus que la personne de l'auteur. Preuve très évidente, à elle seule, de la valeur de son œuvre, et de la façon méritoire avec laquelle il l'a exécutée. Nous nous en voudrions toutefois de ne pas rendre un hommage explicite à l'érudition étendue de M. Loewe. Son livre représente une somme de recherches considérables, où, à part le dernier point que nous avons signalé, il serait difficile de trouver une lacune, de produire un document ignoré. L'interprétation des témoignages est marquée au coin d'une sage critique, tous les textes sont discutés, et l'autorité des témoins scrupuleusement établie. Même compétence et égale fermeté dans les discussions philologiques, à l'exception toutefois du mot αἴλουρος dont nous avons parlé. En un mot, le travail de M. Loewe nous semble être un modèle de monographie ethnologique.

J. Van den Gheyn, S. J.

## IV.

Le Congo. Quatre conférences publiques données par M. Hubert Droogmans. — In-8°, 122 pp. et 1 carte. — Bruxelles, Van Campenhout, 1894.

Mieux que tout autre, M. Droogmans était à même de mener à bien la mission qu'il a assumée. Attaché depuis quelques

(1) Voir : *Les Bijoux gothiques de Kertch*, Revue archéologique, 1888 ; — *L'Art chez les Barbares à la chute de l'Empire romain*, L'Anthropologie, 1890, t. I ; — *La Bijouterie des Goths en Russie*, Mémoires de la Société nationale des antiquaires de France, 6e série, t. I, 1890.

années déjà à l'administration de l'État Indépendant du Congo, il en connaît admirablement les rouages, et il a pu puiser à pleines mains dans la féconde mine des renseignements officiels ou des compagnies commerciales. On dira peut-être que son travail confine au panégyrique. Sans doute, mais cet enthousiasme, inspiré par le brillant avenir qui semble réservé à l'œuvre congolaise, n'est-il pas légitime ?

Si nous exceptons la publication de M. Chapeaux, cette œuvre n'a guère été étudiée dans son ensemble. L'intérêt que présente le travail de M. Droogmans est donc d'autant plus grand.

Les deux premières conférences paraissent de beaucoup les plus importantes. Dans la première, nous trouvons des considérations générales sur l'État du Congo. Ce sont les vues toutes personnelles de l'auteur.

Les Belges sont à l'étroit dans leur petit pays ; l'industrie a besoin de débouchés ; le Congo se présente avec ses richesses et ses trente millions d'habitants avides d'articles manufacturés. Parmi les marchandises ayant cours en Afrique, et dont la fabrication rémunératrice est possible en Belgique, figurent les tissus de laine et de coton, les armes, les vêtements, la faïencerie, la verrerie, la coutellerie, la quincaillerie, la ferronnerie, la bimbeloterie, etc.

En échange de ce que nous leur offrons, les Noirs donnent pour le moment, outre l'ivoire, quantité de produits que nous détaillerons en parlant de la flore du pays.

Tout en rompant une lance contre des préjugés assez répandus: impossibilité pour les Belges, en raison de l'Acte de la Conférence de Berlin de 1885, d'établir au Congo leur suprématie commerciale, insalubrité du climat, inaptitude du Nègre au travail, attitude hostile des populations indigènes envers les Blancs, M. Droogmans montre combien les colonies sont précieuses au développement des métropoles ; puis il dit un mot du côté philanthropique et humanitaire de l'œuvre africaine : l'émancipation et l'éducation de la race indigène. Cette éducation doit avoir pour objet l'amélioration de son état physique et social. Trois facteurs aideront au relèvement du Noir : l'État, les missions religieuses, et le commerce.

L'exploration et comme conséquence la connaissance de la géographie et des productions végétales, minières et animales du Congo, font l'objet de la deuxième conférence. L'immense blanc, qui caractérisait l'Afrique centrale de nos cartes, a presque entièrement disparu depuis la création de l'Association interna-

tionale du Congo. L'auteur donne quelques notions générales sur le grand fleuve africain, sur le relief du plateau qu'il arrose et sur l'aspect du pays au point de vue de la nature végétale. La partie navigable du Congo et de ses tributaires atteint 1300 kilomètres, non compris le Tanganyika, d'une superficie totale de 31 400 kilomètres carrés.

Au point de vue orographique, le bassin congolais est caractérisé par l'absence complète de chaînes centrales. Dans le Congo inférieur se profilent perpendiculairement au fleuve des rangées de hauteurs d'une altitude de 700 mètres environ. Les accidents de terrain qui se rencontrent entre le Stanley Pool et les sources du Luapula ne forment pas de lignes de relief proprement dites. Malgré leur altitude parfois voisine de 1500 mètres ils sont simplement le produit d'une érosion violente des eaux.

Sous le rapport végétal, les aspects du pays ne sont guère variés. Dans le Bas-Congo, l'ensemble est dénudé, d'apparence triste et pauvre; dans la région des chutes, le sol est généralement parsemé d'herbes géantes; entre le Kwango et le Kassaï, et de là jusqu'à la frontière orientale de l'État et aux affluents méridionaux de l'Uellé, s'étendent à perte de vue des prairies ombragées de bouquets d'arbres, que des auteurs appellent la savane boisée. Les hauts plateaux qui se dressent à l'ouest du Tanganyika ont un sol argileux d'une excessive fertilité.

La flore du bassin du Congo est riche. Parmi les principaux spécimens figurent : le *palmier à huile* ou *Elaïs guineensis;* sa hauteur est de 8 à 10 mètres; il fournit du vin et de l'huile comestible ou industrielle; le *baobab,* le géant des végétaux, qui se trouve surtout en deçà du Stanley-Pool; son écorce sert à la fabrication du papier d'emballage; le *bananier,* dont le fruit parfumé constitue, avec le pain de manioc et la patate douce, la nourriture principale des indigènes; les *Landolphia* ou lianes à caoutchouc, une des principales richesses du pays, très-exporté; son prix est de sept francs le kilogramme; le *kola,* ressemblant à la prune et ayant des propriétés pharmaceutiques bien établies; il produit en deux récoltes 50 kilogrammes de noix par année moyenne; l'*arbre à copal,* qui procure une gomme utilisée en Europe dans la fabrication du vernis; la *canne à sucre;* le *manioc,* dont la farine fournit un pain passable; l'*arachide :* on extrait de ses fruits une huile propre à l'éclairage, au graissage des machines et à la fabrication du savon; le *sorgho,* encore un produit donnant un pain noir assez lourd, et de la bière; le *maïs,* le *riz,* le *millet,* le *tabac;* le *sésame,* d'où s'extrait une

huile très comestible; le *ricin*, le *piment*, le *cubèbe*, la *vanille*, le *caféier*, l'*oranger*, la *vigne* et quantité d'autres fruits; enfin d'excellentes essences forestières (bois de construction, d'ébénisterie et de teinture) : le *teck*, le *bois de rose*, le *hêtre*, l'*ébène*, l'*acajou*, le *cèdre africain*, l'*acacia*, le *santal*, etc.

Au cours de sa troisième conférence, M. Droogmans a entretenu son auditoire des principales peuplades congolaises : il montre leur manière de vivre, leurs mœurs et coutumes souvent étranges, leur naïveté et leur tendance à croire au surnaturel, leurs aptitudes commerciales et industrielles; en un mot leur vie sociale.

Citons notamment chez plusieurs tribus : l'anthropophagie, le tatouage, les soins donnés à la coiffure, etc., et chez la plupart la polygamie, la danse, le chant, les pratiques, souvent barbares, accompagnant les décès, l'organisation sociale en trois classes : les nobles ou riches, les hommes libres, et les esclaves; enfin une vague idée de l'existence d'une divinité suprême, idée qui n'est accompagnée ni de prière ni d'invocation.

Dans les régions du Bas-Congo est implantée l'adoration des fétiches; le féticheur, espèce de médecin-sorcier, peut être considéré comme le ministre du culte; il se recrute dans une véritable société secrète *(N'Kimba)*, où les jeunes gens reçoivent l'initiation.

Dans le Haut-Congo, les indigènes n'ont pas d'idoles proprement dites. Ils croient aux mauvais sorts et consultent les oracles.

Le travail de M. Droogmans se termine par l'étude de la situation économique et de l'organisation politique et administrative de l'État Indépendant du Congo.

Nous connaissons déjà les produits du sol. Ajoutons que l'État a entrepris de grandes cultures de caféiers et cacoyers, dont la prospérité paraît assurée.

Les richesses du sous-sol ne sont guère connues. On a cependant signalé des gisements de fer et de cuivre.

L'industrie indigène est rudimentaire, mais remarquable toutefois eu égard aux instruments de travail dont disposent les Noirs. Le forgeron fournit des armes : lames de poignards, fers de lance, pointes de flèche acérées, etc., des poinçons de bateliers, des hameçons délicats, des hachettes, des houes, des couteaux pour l'agriculture, des clous, des rasoirs(!), de grands couteaux d'exécution et de parade, des colliers, des épingles à cheveux,

des anneaux de fer et de cuivre, des clochettes de féticheurs et des grelots de guerre.

A l'industrie métallurgique il faut ajouter le tissage des fibres d'arbres et de plantes : palmier, baobab. ananas, coton; la vannerie, la poterie, la sculpture sur bois et sur cuivre, le travail du bois (pirogues, pagaies, lits, fétiches, portes pour chimbecks, coupes sculptées, aiguilles à coudre, sifflets, etc.); la fabrication des instruments de musique : tambours ayant jusque six mètres de longueur, arcs sous-tendus d'un brin d'herbe, *marimba* ou petite boîte ayant à sa partie supérieure une demi-douzaine de lames en fer fixées sur une tringle au moyen d'un fil de fer, mandoline, guitare, etc.; la confection des engins de pêche : nasses, filets en cordes.

Le commerce n'est pas encore très développé ; le caoutchouc et l'ivoire seuls sont assez rémunérateurs. Mais le Noir a l'esprit commercial : l'on s'en convainc par l'acharnement qu'il met à débattre le prix de sa marchandise.

Pour compléter le tableau de la situation économique de l'État du Congo, il faut rappeler l'immense réseau fluvial, qui s'étend sur tout le bassin intérieur de ce fleuve, et qui n'atteindra sa valeur maxima qu'après l'achèvement du chemin de fer des cataractes.

On connaît l'organisation politique et administrative de l'État Indépendant. Le roi Léopold II en est le souverain. Il exerce le pouvoir, en Europe, par l'intermédiaire d'un secrétaire général qui dirige les départements de l'Intérieur, des Finances, et des Affaires étrangères, à la tête desquels sont placés des secrétaires; en Afrique, avec l'aide d'un gouverneur général, qui obéit à l'impulsion donnée par le gouvernement central, et est secondé par des inspecteurs d'État, des directeurs de service, des commissaires de districts, des cours de justice, etc.

F. Van Ortroy,
Capitaine de cavalerie.

## V.

La Défense des États et La Fortification a la fin du xix^e siècle, par le Général Brialmont. — Bruxelles, E. Guyot, 1895. — 1 vol. in-8°, xviii-349 pp. et un atlas in-f° de xvii planches.

Voilà quarante ans que l'auteur est sur la brèche pour réformer l'enseignement de la fortification et pour étudier la défense des États et les meilleurs types d'ouvrages défensifs. Durant ce long cycle, vaste période de transformations continues, il s'est produit dans les travaux de M. Brialmont, il en fait l'aveu sans détour, des hésitations, des tâtonnements, voire des contradictions. Le moment lui semble venu " de résumer ces études, de les compléter et d'en retrancher ce qui n'a pu résister à l'épreuve d'une discussion approfondie ".

Ce nouveau travail comprend une introduction (pp. I-XVIII); une première partie où il est traité de la Défense des États (pp. 1-60) ; une seconde partie qui concerne la Fortification proprement dite (pp. 61-308); enfin quatre annexes (pp. 309-342).

Dans l'introduction, le général plaide sa propre cause, c'est-à-dire qu'il explique la marche de ses idées, exposées, depuis 1863, dans plusieurs savants ouvrages.

En 1863, parurent les *Études sur la défense des États et la fortification* (1). Elles avaient pour but de provoquer une réforme dans l'enseignement de la fortification, resté stationnaire depuis un siècle ; de répondre aux critiques qu'avaient faites des travaux de défense d'Anvers, alors en cours d'exécution, des ingénieurs pour qui le tracé bastionné était supérieur à tous les autres, et le fusil plus efficace que le canon dans la défense des places ; enfin de produire des fronts polygonaux, plus complets et moins défectueux que ceux construits sur le Rhin après 1815 (à Coblentz et à Rastadt), et basés sur " un plus large emploi de l'artillerie, sur un meilleur mode de flanquement et sur l'établissement d'une partie de l'armement dans des casemates cuirassées ou dans des coupoles ".

Grâce à cette dernière mesure, on abritait les ouvrages contre les ravages des mortiers rayés, dont l'auteur prévoyait la prochaine introduction dans les parcs de siège. La première coupole construite pour la défense des places a été établie en 1862 sur le réduit du fort n° 3 d'Anvers. Le général Brialmont en fit le projet en 1861, en collaboration avec le capitaine Coles, de la marine anglaise. Rappelons que les forts qui enserrent la métropole commerciale belge appartiennent à l'époque de transition, caractérisée par le passage de l'artillerie lisse à l'artillerie rayée.

Les *Études* de M. Brialmont provoquèrent " des discussions

(1) Bruxelles, 3 vol. in-8°, avec atlas in-f°.

qui furent particulièrement vives en France et en Belgique, où les principes de l'École de Metz avaient encore de nombreux partisans „. Ces discussions engagèrent le général " à préciser et à compléter ses idées sur la constitution des camps retranchés, sur le tracé des enceintes et des forts, sur le flanquement des fossés, l'organisation et l'armement des remparts, et à les appliquer aux divers cas qui peuvent se présenter dans la pratique. Ces applications font l'objet du *Traité de fortification polygonale*, qui parut en 1869 (1), et de la *Fortification à fossés secs*, qui date de 1872 (2) „.

Dans ces écrits, l'auteur a tenu compte des propriétés — alors parfaitement connues — des canons rayés, qui avaient fait leur apparition sur les champs de bataille de l'Italie. Mais contrairement à ses prévisions de 1863, les parcs de siège n'étaient pas encore dotés, en 1869 et en 1872, d'obusiers ou de mortiers rayés qui, " par l'extrême précision de leur tir et les grands effets de leurs obus à balles, sont bien plus redoutables que les canons pour le personnel et le matériel des places fortes „. Ce fut seulement en 1885 que le général produisit, dans " *La Fortification du temps présent* (3), des types de forts satisfaisant à toutes les nécessités créées par l'emploi de ces nouvelles bouches à feu „. La fortification du temps présent ne fut point celle de l'avenir. En 1886, au polygone de Cummersdorf, et en 1887, au fort de la Malmaison, à Paris, on lançait avec des mortiers rayés — sans danger pour servants ou bouches à feu — de longs obus contenant jusque 33 kilogrammes de mélinite ou de coton-poudre. La consternation et le découragement furent grands parmi les officiers du génie, qui crurent passé le temps de la fortification permanente.

Au lieu de suivre ce courant, le lieutenant général Brialmont tira des faits la conclusion " qu'il faudra désormais protéger l'artillerie des forts par des cuirassements, renforcer l'épaisseur de toutes les maçonneries et remplacer les matériaux employés jusqu'à présent par du béton de ciment Portland et de galets siliceux, ou de fragments de granit „.

Ce sont ces nouveaux types de forts qu'il présenta en 1888 dans l'*Influence du tir plongeant et des obus-torpilles sur la fortification* (4). Il lui fut impossible " d'indiquer exactement

(1) Bruxelles, 2 vol. in-8°, avec atlas in-f°.
(2) Bruxelles, 2 vol. in-8°, avec atlas in-f°.
(3) Bruxelles, 2 vol. in-8°, avec atlas in-f°.
(4) Bruxelles, 1 vol. in-8°, avec atlas in-f°.

les épaisseurs à donner aux voûtes, aux revêtements, aux murs de masque et de soutènement, parce que l'on ne connaissait pas alors — on ne les connaît même pas aujourd'hui — les résultats des tirs de démolition exécutés avec des obus-torpilles en France et en Allemagne „.

Mais on peut légitimement conclure des épaisseurs de voûtes et de murs adoptées ultérieurement par les ingénieurs français et allemands, et qui diffèrent peu des épaisseurs admises par le savant général belge, que le problème de la construction de forts permanents en état de résister aux nouveaux moyens d'attaque est pratiquement résolu.

Si on parvient même à découvrir des explosifs plus puissants que ceux actuellement employés — il en existe — et qui n'éclatent point en se décomposant ou en étant soumis au choc du tir, " il n'y aurait pas encore lieu de désespérer de la fortification permanente, car, en vertu du principe qu'à toute force on peut opposer une résistance qui en détruit les effets, il suffirait de renforcer la maçonnerie et les cuirassements, ce qui n'entraînerait aucune modification dans le tracé, l'organisation intérieure et l'armement des forts „.

Nous avons vu plus haut que le général Brialmont fut le premier ingénieur à doter, dès 1862, un ouvrage défensif d'une coupole en fer, et qu'il démontra en 1888 l'obligation de protéger les bouches à feu des forts au moyen de cuirassements. Dans la dernière partie de son introduction (pp. XII-XVIII), il rappelle quelques étapes de l'industrie des coupoles et des cuirassements. De 1856 à 1882, le major du génie allemand Schuman préconisa l'emploi du fer, et M. Gruson, propriétaire d'une usine à Buckau, fit adopter la fonte durcie pour les cuirassements ; à partir de 1882 ces deux constructeurs se sont associés ; le général décrit et apprécie dans les chapitres VI et XII du présent travail quelques types de leurs ouvrages ; ils ont été " appliqués à l'armement des forts dans divers pays. Ils se distinguent des types proposés depuis une dizaine d'années en France, en Angleterre et en Autriche, par un mécanisme simple et robuste, excluant l'emploi de la vapeur et des appareils hydrauliques, exigeant peu d'entretien et pouvant être manié facilement par des soldats „.

La question des coupoles a aussi été étudiée par deux officiers distingués du corps du génie français : le lieutenant-colonel Bussière et le commandant Mougin. Les coupoles Mougin

couronnent plusieurs forts de Paris, de la frontière française, et même du camp retranché de Bucarest.

La première partie de l'ouvrage que nous analysons est toute d'histoire et de critique. Elle renferme un court avertissement, fait surtout de définitions (pp. 1-2), et deux chapitres. Le premier est intitulé CAMPS RETRANCHÉS. — TÊTES DE PONTS. PLACES ET FORTS ISOLÉS. Le second traite des RÉGIONS FORTIFIÉES.

Dans le premier chapitre (pp. 3-32), le général montre que l'accroissement et la plus grande mobilité des armées ont eu pour corollaire une différence dans la manière d'envahir et par le fait de défendre les pays.

Après les modifications apportées par les traités de 1678 à la frontière du nord de la France, Vauban proposa de défendre cette frontière au moyen de deux lignes de places fortes et de démolir ou de déclasser les forteresses qui se trouvaient en arrière. C'était le *système des lignes frontières*. Il fut appliqué partout, parce qu'il était conforme aux principes dont s'inspiraient les commandants des armées. Ils faisaient la guerre aux camps, aux places et aux positions. La prise d'une forteresse constituait l'opération principale et décidait du sort d'une campagne.

Vers la fin du 18e et au commencement du 19e siècle, les campagnes furent conduites tout autrement. L'envahisseur pénétrait dans le pays ennemi par une vigoureuse offensive et laissait les places derrière lui, se bornant à les faire observer jusqu'à l'arrivée des troupes de deuxième ligne, chargées de les assiéger ou de les bloquer. Gardons-nous de conclure que les forteresses avaient perdu de leur importance. Les guerres de la République et de l'Empire ont, au contraire, prouvé leur grande utilité. Mais on doit se demander s'il ne faut rien modifier à la disposition, à l'organisation et au rôle des forteresses. L'auteur en appelle au témoignage des généraux et des stratégistes les plus distingués de notre temps.

Le maréchal Gouvion-Saint-Cyr engagea, en 1819, le général de Sainte-Suzanne à publier un mémoire, annoté par Napoléon à Sainte-Hélène, où il n'est demandé que 13 grandes places et 10 petites places ou postes fortifiés pour défendre la France, qui avait encore à cette époque 97 places et 56 postes fortifiés. En deuxième ligne, Sainte-Suzanne proposait 4 places à grand développement — Laon, Langres, Clermont et Auch, — et au centre, comme dernier point d'appui des trois armées actives (nord, est, et midi), une grande position fortifiée : Orléans.

Jomini, le prince Charles, dans ses *Principes de la grande*

*guerre*, et Marmont, dans son *Esprit des institutions militaires*, ont émis sur la défense des États des considérations fort semblables à celles du général de Sainte-Suzanne. Dans son livre *De la Guerre*, paru en 1832, le célèbre stratégiste allemand von Clausewitz fait ressortir l'obligation de posséder divers centres fortifiés.

Le général Brialmont fait passer toutes ces idées au crible et conclut que les prescriptions suivantes pourraient être admises comme répondant aux nécessités *actuelles* de la défense des états :

A. *Fortifier la capitale*, lorsqu'elle occupe un point stratégique décisif, ou lorsqu'elle exerce sur la nation une influence telle que son occupation par l'ennemi marque la fin de la guerre. L'armée nationale peut alors opérer dans toutes les directions et à de grandes distances, sans être exposée à tomber au pouvoir de l'ennemi.

A défaut de la capitale, le réduit central de la défense sera, soit une place facile à approvisionner et très difficile à bloquer, comme Anvers, soit un pivot stratégique, tel Plaisance pour l'Italie.

Lorsqu'une capitale est un foyer d'intrigues politiques, et est dotée d'une population prompte à se soulever — ce qui pourrait paralyser la défense, — on soustraira la garnison au contact des habitants et on préservera la ville des calamités d'un bombardement, en créant autour de cette capitale trois camps retranchés permanents, dont les forts les plus rapprochés se trouveront à plus d'une grande portée de canon de la ville. Londres semble dans ce cas.

B. *Fortifier les nœuds des grandes communications internationales*, s'ils se trouvent sur des cours d'eau formant barrières stratégiques.

L'armée qui s'appuie à une tête de pont doit agir offensivement, parce que c'est le seul moyen d'utiliser les avantages de la place et ceux du fleuve. Elle doit donc éviter de livrer une bataille défensive ou de rester en contact immédiat avec la forteresse.

A défaut de barrière fluviale, où l'on puisse établir un pivot de manœuvres, on fortifiera près d'une frontière exposée à l'invasion un point important situé sur la ligne d'opérations de l'ennemi ou à proximité de cette ligne. Citons comme exemple le camp retranché de Reims.

C. *Créer au nœud des grandes communications internationales d'une frontière attaquable, s'il se trouve sur la ligne*

*d'opérations de l'ennemi ou assez près de cette ligne pour la menacer en flanc, non pas une grande place isolée, mais une région fortifiée, et si ce nœud ne se trouve ni dans l'un ni dans l'autre cas, créer sur chaque zone d'invasion une région fortifiée spéciale*, d'après les principes qui seront exposés dans le chapitre II.

D. *Fortifier une position centrale en arrière d'une chaîne de montagnes longeant la frontière*, pour servir de pivot de manœuvres à l'armée défensive.

E. *Barrer, au moyen de forts d'arrêt, les voies de communications à travers une chaîne de montagnes, nécessaires à l'envahisseur pour déboucher dans le pays et à l'armée nationale pour prendre l'offensive.*

Lorsqu'une frontière est couverte par une chaîne de hautes montagnes qui ne la borde pas de près, on construit une grande place en avant des principaux débouchés. Tel est le cas des forteresses de Jaroslaw et de Przemysl en avant des Carpathes.

Les forts d'arrêt sont particulièrement utiles pour intercepter les voies ferrées, devenues si indispensables aux armées.

F. *Construire des fortifications passagères et prendre des dispositions tactiques pour défendre une chaîne de montagnes dont les défilés sont occupés par des forts d'arrêt et en arrière de laquelle se trouve une position centrale fortifiée.*

Les ouvrages improvisés destinés à barrer des défilés de montagnes consistent en redoutes, blockhaus, batteries et tranchées-abris, renforcés par des défenses accessoires.

G. *Fortifier les ports qui renferment les arsenaux et les chantiers de la marine et servent de bases d'opérations aux flottes.*

H. *Assurer la possession des provinces éloignées du théâtre principal de la guerre au moyen d'une grande forteresse*, afin de n'avoir pas à y faire un détachement qui réduirait l'armée en campagne à un effectif insuffisant.

Grâce aux voies ferrés qui leur permettent de tirer de l'intérieur les approvisionnements et d'y évacuer leurs *impedimenta* : malades, blessés, prisonniers, matériel conquis ou mis hors de service, les états ne doivent plus établir sur chaque frontière une place de dépôt. Toutefois on évitera les longs transports en organisant comme place de dépôt la forteresse en deuxième ligne qui, sur chaque zone d'invasion, sert de pivot de manœuvres à l'armée défensive. Ainsi Mayence, place en deuxième ligne par

rapport à Metz, Strasbourg et Thionville ; Magdebourg, place en deuxième ligne par rapport à Coblentz, Cologne et Wesel.

Le général termine le chapitre I de son ouvrage en combattant une opinion très-répandue et de nature à fausser les idées sur le rôle et l'importance des positions fortifiées. " Les places à camp retranché formant position de deuxième ligne exercent, dit-on, sur les armées une force d'attraction qui les retient sous leurs murs quand l'intérêt de la défense exigerait qu'elles se portassent sur une autre partie du territoire pour y continuer la lutte. „

Cette opinion repose sur une fausse appréciation et un exposé inexact des faits, et la critique n'a pas cité jusqu'ici un fait ni produit un argument portant condamnation contre les grands pivots stratégiques.

Des stratégistes comme le prince Charles, Jomini, von Clausewitz, admettent la retraite sur une place fortifiée d'une armée battue ou numériquement trop faible pour résister à l'ennemi.

Si Magdebourg avait été fortifiée et approvisionnée en 1806, l'armée prussienne n'aurait pas fait une retraite divergente, qui la fit tomber entièrement, au bout de trois semaines, au pouvoir des Français.

En 1870, la place de Metz aurait rendu les plus grands services à la France, si Bazaine avait été à la hauteur de sa mission. Le général Brialmont a montré ce que le maréchal a fait et ce qu'il aurait dû faire, dans une étude publiée en janvier 1894 par l'Internationalen Revue de Dresde, et dont il reproduit la partie principale dans l'annexe 2.

D'après la conclusion de cette étude, " Bazaine, après avoir négligé l'occasion d'attaquer, dans d'excellentes conditions, les corps allemands le 13 août, pendant qu'ils exécutaient devant ses troupes concentrées leur dangereux mouvement de flanc pour franchir la Moselle en amont de la place, et après avoir perdu par sa faute, le lendemain, la bataille de Borny, aurait dû gagner le plus vite possible les plateaux de la rive gauche, par les quatre routes qui y aboutissent, laisser à Metz un corps d'armée de 30 000 hommes et se porter ensuite sur Verdun. En opérant ainsi, il eût pris une avance de vingt-quatre heures sur les Allemands, à qui deux jours eussent été nécessaires — si les ponts de la Moselle avaient été détruits entre Metz et Frouard — pour exécuter leur mouvement tournant et gagner la ligne de retraite des Français „.

Jusqu'ici le général s'est occupé des places isolées; le chapitre

II (pp. 33-60) est consacré aux groupes de forteresses ou aux régions fortifiées.

L'auteur expose leurs propriétés, et le grand rôle joué en 1848, 1859 et 1866 par le quadrilatère vénitien (Vérone, Legnano, Mantoue et Peschiera), en 1828 et 1877 par le quadrilatère bulgare composé de Varna, Silistrie, Roustchouk et Schoumla, et en 1870 par les groupes de place du nord de la France : Lille, Douai, Arras, Cambrai, Bouchain et Valenciennes.

Est ensuite établie la possibilité du blocus des plus vastes camps retranchés. Paris a été bloqué en 1870, et pourra encore être réduit à la famine malgré sa ligne d'investissement de 150 kilomètres.

Comment donc mettre les grands pivots stratégiques à l'abri d'un blocus ? On peut résoudre ce problème soit par la construction de camps retranchés d'un énorme développement, soit par la substitution à ces camps de groupes de places constituant des *régions fortifiées*.

Convaincu que cette dernière solution est la seule qui réponde aux nécessités actuelles, le général Brialmont a publié, en 1890, un travail où il fait une application théorique des régions fortifiées à la défense de cinq états. Nous avons donné ici-même un compte rendu de cet ouvrage (1). Nous y renvoyons, puisque l'auteur se *borne* aujourd'hui à reproduire les principales conclusions de cette intéressante étude.

La deuxième partie de la *Défense des États*, de beaucoup la plus importante, est absolument spéciale et technique; nous regrettons de devoir en écourter l'analyse.

L'auteur commence par signaler la transformation qui s'est faite dans la construction proprement dite des ouvrages défensifs. Hier encore on utilisait les maçonneries en briques et en moëllons ; actuellement, en raison de la puissance de pénétration des projectiles employés par l'attaque, on doit recourir, au moins pour les parties exposées au tir de plein fouet ou au tir plongeant de l'artillerie, à un " béton composé de galets siliceux ou de fragments de roches primaires, de ciment artificiel, dit de Portland, et de sable rugueux, exempt de matières étrangères et surtout d'argile ".

Puis viennent des considérations sur la hauteur minima à donner aux revêtements d'escarpe, sur l'épaisseur qu'auront les voûtes...., sur les défenses accessoires (abatis, réseaux de fils de

(1) REVUE DES QUEST. SCIENT., juillet 1890.

fer avec tiges métalliques ou piquets en bois, etc.) à préparer en temps de paix ou à créer au moment de la mise en état de défense, sur la forme et les dimensions des grilles, des créneaux et embrasures, des cuirassements, des ponts mobiles, des portes roulantes en tôle d'acier, des revêtements de contrescarpe. Enfin le savant ingénieur nous entretient de la difficulté d'éclairer et de ventiler les locaux des forts, de l'utilité des plantations faites dans les forteresses, et de la nécessité de maintenir et même d'étendre les zones de servitude défensives.

Le terrain déblayé de toutes ces questions accessoires (ch. III, pp. 61-88), l'auteur entre au cœur de son sujet (ch. IV, pp. 89-105).

Les grands progrès de l'artillerie, de même que l'apparition de la poudre sans fumée, semblaient être particulièrement favorables à l'attaque; pour plusieurs même c'en était fait de la fortification permanente. Or c'est la défense qui tire les plus grands avantages de ces inventions, dans les camps retranchés permanents composés d'une ceinture de forts avec armement cuirassé.

Il faut évidemment que ceux-ci satisfassent à certaines conditions (ch. V, pp. 107-146). Quelles sont-elles ? Quelles seront, si on les veut à l'abri d'une attaque de vive force, la disposition et la nature des forts et fortins qui formeront la ceinture des camps retranchés futurs ? Quant à ce dernier point, le général donne la préférence aux camps retranchés composés d'une ceinture de grands forts dont les feux se recroisent sur de larges intervalles, et dans la construction desquels on respectera avant tout le principe du flanquement (des fossés) par l'artillerie.

Dans tout camp retranché permanent nous aurons les éléments suivants : 1° une ligne de postes fortifiés, servant à retarder l'investissement: c'est la *position avancée ;* elle se trouve à 2000 ou 3000 mètres de la ligne des forts ; 2° une ceinture de forts (première ligne) sur laquelle se produit le grand effort de la défense ; c'est la *position de combat ;* elle est éloignée de plus de 6000 mètres de l'enceinte ; 3° une seconde ligne ou *position de soutien* placée à 2000 mètres en arrière de la première ligne ; elle doit rendre intenables les parties de la première ligne tombées au pouvoir de l'ennemi, protéger la retraite de l'artillerie de combat de cette ligne et favoriser les retours offensifs de la réserve générale ; 4° une *enceinte de sûreté,* qui a pour objet principal d'empêcher l'ennemi de s'emparer de la position en pénétrant dans le camp retranché sur les talons de l'armée

défensive, affaiblie ou démoralisée par une grave défaite essuyée en rase campagne.

Dans les chapitres VI, VII et VIII, l'auteur aborde l'organisation défensive proprement dite d'un camp retranché permanent, c'est-à-dire les conditions techniques auxquelles il doit satisfaire.

Tout d'abord quel sera l'armement des forts (ch. VI, pp. 147-191) ? Il se composera de canons de 150 et de 120, d'obusiers de 210 et de 120, de mortiers de 210, et de canons à tir rapide de 57. La plupart de ces bouches à feu seront protégées, par des coupoles pour un ou deux canons, contre le tir de plein fouet et le tir plongeant.

L'invention des coupoles est due au capitaine Coles de la marine anglaise (1855). Elles ont subi bien des critiques avant d'acquérir le droit de bourgeoisie. Il semble que les défauts reprochés à ce mode de cuirassement ont entièrement disparu dans les coupoles construites de 1890 à 1892, pour les forts de la Meuse, d'après un programme soumis par le général Brialmont à la Commission belge d'armement.

En tous cas, aucun mode de cuirassement n'offre les mêmes garanties au point de vue du service, de la sécurité du personnel, et de la résistance au tir. La résistance au tir de démolition s'accroît d'ailleurs avec les progrès de la métallurgie. En 1892, on a essayé au polygone russe d'Ochta une plaque en acier-nickel, provenant de l'usine américaine de Harvey, et ayant $2^{m}50$ de hauteur, 2 mètres de largeur et $0^{m}28$ d'épaisseur. Elle a subi le choc de 4 projectiles Holtzer (en acier chromé) de 150, animés d'une vitesse de 650 mètres et tirés normalement contre la plaque. On ne releva aucune fissure, et la profondeur de la pénétration ne dépassa pas $0^{m}125$. La plaque ne fut fissurée qu'avec un projectile de 230 (pesant 180 kilogr.), animé d'une vitesse de 570 mètres. Un sixième coup tiré avec le canon de ce même calibre ne détacha aucun fragment de la plaque et le projectile fut brisé.

En Autriche, on va employer pour les coupoles des forts de Cracovie et de Przemysl le fer homogène ou acier doux, qui peut être employé sans passer par le laminoir; cela permet de donner aux plaques des coupoles une section dont l'épaisseur décroît depuis le centre de la calotte jusqu'aux bords, où la résistance doit être la plus grande, parce que les obus de rupture l'atteignent sous les plus grands angles d'incidence.

L'auteur termine le chapitre VI en mentionnant diverses espèces de coupoles (cette partie du travail est complétée au

chapitre XII), et en répondant à cette double objection faite aux coupoles, que *leur prix élevé rend leur emploi impossible dans la plupart des cas,* et qu'*elles absorbent un personnel bien plus nombreux que les fortifications de l'ancien système.*

Il résulte d'une étude publiée par le lieutenant-colonel du génie allemand Reinhold Wagner, dans les JAHRBÜCHER FÜR DIE DEUTSCHE ARMEE UND MARINE, 1892, que les 21 forts à coupoles de la Meuse ont coûté 70 600 000 francs, tandis que le prix de 21 forts ordinaires avec armement à ciel ouvert se serait élevé à 93 885 000 francs. L'économie réalisée a donc été de 23 millions.

Quant à l'armement, il est pour les forts cuirassés de 212 canons destinés à agir sur le *terrain extérieur* et de 185 pour le *flanquement des fossés,* soit un total de 397 ; pour les ouvrages à ciel ouvert, de 562 bouches à feu, rien que pour battre le *terrain extérieur*. C'est encore 4 millions de francs économisés sur le matériel d'artillerie et les munitions.

Enfin l'économie du personnel est encore en faveur des forts à coupoles. Si l'on ne tient compte que des servants attachés aux pièces qui battent le terrain extérieur, il faut 4400 artilleurs pour les 562 pièces des forts ordinaires et 1200 seulement pour les 212 pièces des forts cuirassés. Toute la garnison de sûreté (infanterie et artillerie) s'élève pour ces derniers ouvrages à 10 950 hommes, et pour les premiers à un chiffre double.

Nous avons vu que les forts des camps retranchés préférés par l'auteur sont séparés par de larges intervalles. Lorsque ces forts " se trouvent à plus de 3500 mètres l'un de l'autre (ch. VII, pp. 193-209), on construit, dans les intervalles de ceux que la direction des lignes d'invasion et la disposition des lieux désignent comme devant être attaqués, des fortins (1) cuirassés, armés de canons dont l'objet principal est de battre le terrain en avant des forts collatéraux „ ; puis on complète la défense des intervalles par des batteries provisoires et des tranchées pour postes de soutien. L'armement de ces batteries se compose de quelques canons de 120 et de 150, mais principalement d'obusiers et de mortiers de 120, dont l'efficacité est autrement grande.

Les enceintes des camps retranchés, soit permanents, soit

(1) " Le fortin n'est à proprement parler qu'une grande redoute. Il représente le plus petit ouvrage permanent qu'on puisse établir dans les intervalles d'un camp retranché. „ Brialmont, *La Défense des États,* p. 256.

provisoires, ont des détracteurs et des panégyristes. Le général Brialmont croit ces enceintes indispensables (ch. VIII, pp. 211-228), et il est d'accord en cela avec des ingénieurs et des stratégistes éminents : Vauban, Todleben, Jomini, etc. L'enceinte donne de la confiance et de la sécurité aux habitants, prévient les paniques, double la force morale des défenseurs du camp, empêche l'ennemi, même si les forts sont éloignés de la place, de pousser une pointe hardie vers l'intérieur du camp pour détruire les approvisionnements, effrayer les populations et provoquer une capitulation prématurée ; enfin elle l'oblige à un nouveau siège après qu'il s'est emparé pied à pied de 2 ou 3 forts imprenables de vive force, et qu'il n'a pu attaquer que de front par le fait même de l'existence de l'enceinte.

Toutefois il y a désaccord, entre les partisans de l'enceinte, sur le moment le plus favorable à sa construction. Quelques-uns proposent de la construire pendant le siège des forts et de la composer de redoutes, de batteries et de tranchées, renforcées par des défenses accessoires. Mais cette construction est-elle possible alors ? Songe-t-on d'ailleurs que l'ennemi peut être vainqueur dans les combats qui précèdent l'investissement provisoire et qu'il pourrait s'emparer de la ville, après avoir pénétré dans le camp retranché à la poursuite de l'armée vaincue se repliant sur son pivot ?

Comment donc fortifier le noyau d'un camp retranché permanent, qui est ordinairement une grande ville ? Par une enceinte continue, construite avec un minimum de dépense, et de manière qu' " on ne puisse s'en emparer sans exécuter quelques travaux de siège consistant en batteries, pour démonter l'artillerie de la place, et faire des trouées dans les défenses accessoires, en tranchées-abris, pour protéger ces batteries, et en cheminements pour arriver à une place d'armes qui sera construite à 200 mètres environ de l'enceinte et d'où déboucheront les troupes d'assaut ".

Le général décrit une enceinte de ce type.

Il ne pouvait pas suffire à l'auteur d'avoir exposé les principes ou les conditions générales et stratégiques auxquelles doivent satisfaire les ouvrages d'un camp retranché. Il en fait une application à un projet de camp retranché permanent en terrain accidenté (ch. IX, pp. 229-244).

Enfin dans les trois derniers chapitres il décrit des types de forts et de fortins pour camps retranchés permanents (ch. X, pp. 245-266), de forts isolés ou d'arrêt (ch. XI, pp. 267 280), de

coupoles, d'emplacements cuirassés pour mortiers de 120 et 210, d'affût-embrasure à blinde sphérique et de *phare cuirassé* à lumière électrique (ch. XII, pp. 281-308).

Les annexes, avons-nous dit, sont au nombre de quatre : 1. Note sur une brochure et une lettre du général de Sainte-Suzanne, auteur d'un nouveau système défensif pour la France (pp. 311-314) ; — 2. Considérations sur le blocus de Metz et la conduite de Bazaine, extraites d'un travail publié par le général Brialmont dans l'INTERNATIONALEN REVUE, de Dresde (pp. 315-333); — 3. Extraits du cahier des charges belge pour la fourniture de coupoles pour canons, destinées aux fortifications de la Meuse (pp. 334-340) ; — 4. Extraits d'une lettre du général de Blois à l'un de ses camarades du génie sur un envoi de mortiers à faire pour le siège de Sébastopol (pp. 341-342).

F. VAN ORTROY,
Capitaine de cavalerie.

## VI.

THÉORIE ET PRATIQUE DES ASSURANCES SUR LA VIE, par H. LAURENT, Examinateur d'admission à l'Ecole polytechnique, Membre de l'Institut des Actuaires. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*, publiée sous la direction de M. Léauté, Membre de l'Institut.) — Petit in-8° de 176 pp. — Paris, Gauthier-Villars et G. Masson, 1895.

Le premier qui a rassemblé en un ouvrage didactique les divers écrits sur la théorie des annuités viagères et des assurances sur la vie, est l'Actuaire anglais Francis Baily, dont l'ouvrage a été traduit en 1836 en langue française par A. De Courcy. Dans la préface dont De Courcy fait précéder sa traduction, on lit ceci : « Bien peu de personnes se doutent que derrière le *prospectus* d'une compagnie d'assurances se cache toute une vaste théorie analytique qui repose sur les applications du calcul des probabilités aux lois de la mortalité. » Cette observation s'applique parfaitement encore à l'époque actuelle.

Depuis, bon nombre de savants distingués, notamment en Angleterre, ont enrichi cette science de précieux documents et l'ont portée à un haut degré d'exactitude et d'importance mathématique.

C'eût donc été une véritable lacune si cette Encyclopédie scientifique n'eût pas compris parmi les ouvrages de la " Section de l'ingénieur „ le résumé de la théorie des assurances sur la vie.

En ce moment où le problème de l'assurance obligatoire se pose partout, la lecture de ce livre démontrera que l'assurance organisée sur des bases rationnelles est une question mathématique. " Les mathématiques, disait M. Cheysson au Congrès des Actuaires tenu à Bruxelles en septembre 1895, doivent être les auxiliaires de l'économie sociale. „

Il faut donc savoir gré à M. Laurent d'avoir enrichi l'Encyclopédie des Aide-Mémoire de ce petit volume où il expose d'une manière concise les principes généraux de la science des Assurances. Il y reproduit avec un peu plus de développements, et conformément aux progrès actuels de la science, les chapitres qu'il a consacrés autrefois dans son *Traité du calcul des probabilités* aux tables de mortalité et aux compagnies d'assurances, ainsi que différents articles qu'il a publiés dans le *Journal des Actuaires français* et le *Bulletin de l'Institut des Actuaires français*.

Comme l'auteur le dit dans un avertissement, ce livre s'adresse au public instruit, et il aurait pu ajouter : au public instruit dans la science mathématique. En effet, toutes les questions qui sont ici traitées, sont résolues de la manière la plus générale et presque constamment à l'aide du calcul différentiel et du calcul intégral.

Le système de notations employé est personnel à l'auteur; à notre avis, le système des notations de l'Institut des Actuaires anglais est préférable, il n'est pas plus compliqué et est plus complet et plus rationnel. C'est ce dernier, du reste, qui a été adopté comme système international, au congrès des Actuaires dont il a été parlé plus haut.

Dans l'ouvrage dont nous nous occupons, on peut distinguer trois parties principales. La première partie a trait à ce qui est la base du calcul des assurances, c'est-à-dire la table de mortalité. C'est d'elle que dépendent la construction du tarif et la détermination des primes qui sont la compensation des risques que court l'assureur. La construction et l'ajustement des tables de mortalité sont ici brièvement esquissés ; aussi cet exposé si concis ne donnera qu'une faible idée des travaux, bien documentés et où toutes les précautions avaient été prises pour éviter toute chance d'erreur, qui ont permis aux Actuaires de divers pays de

dresser des tables qui peuvent être considérées comme l'étalon de l'assurance pour ces pays.

La deuxième partie est consacrée à l'étude des annuités viagères ; c'est de la valeur de cette fonction de l'âge et du taux de l'intérêt que dépendent les primes des différentes opérations d'assurances sur la vie.

Enfin la troisième partie est consacrée au calcul de ces dernières primes et de la réserve.

L'ouvrage entier, qui est précédé d'un avertissement, est développé en 55 paragraphes, dont voici les titres :

1. *Introduction.* — L'auteur indique ici le but des Compagnies d'assurances sur la vie et définit le rôle de l'*Actuaire.* Il rappelle qu'il s'est fondé, dans divers pays, des sociétés appelées *Instituts d'Actuaires.* L'Institut des Actuaires français s'occupe non seulement de l'étude des questions qui intéressent les compagnies d'assurances, mais aussi de celles relatives à l'application des mathématiques aux probabilités, aux sciences économiques et financières. (En Belgique, une société sous le nom d' " Association des Actuaires belges „ est également en voie de formation.)

2. *Tables de mortalité.* — Ce paragraphe renferme la définition de la table de mortalité et montre quel en est le but. L'expression de la *vie probable* et de la *vie moyenne* est ensuite indiquée. On calcule ordinairement la vie moyenne en supposant que les décès se répartissent uniformément dans le cours de chaque année d'âge ; M. Laurent fait abstraction de toute hypothèse et est ainsi conduit à une intégrale pour la valeur de la vie moyenne. Pour calculer cette intégrale, il faut connaître la fonction qui exprime la loi de mortalité. On peut en trouver une valeur approchée au moyen de la formule d'Euler, en suivant la même marche qu'au n° 17 de cet ouvrage.

3. *Courbes de mortalité.*

4. *Construction des tables.* — L'auteur fait tout d'abord remarquer qu'il y a lieu de distinguer, dans la pratique, plusieurs espèces de tables de mortalité. Ainsi, par exemple, le public assuré est un public tout particulier qui doit avoir sa table spéciale. Après l'énumération de quelques-unes des différentes tables existantes, les procédés à suivre pour la construction des tables de mortalité sont exposés sommairement.

5 à 10. *Ajustement des tables. — Interpolation des tables. — Formules de Gompertz et de Makeham. - Choix d'une formule*

*d'interpolation. — Ajustement par l'interpolation. — Diverses formules proposées pour l'interpolation des tables de mortalité.*

L'ajustement des tables a pour but de compenser et de régulariser les données brutes des statistiques. La méthode graphique d'ajustement est esquissée en un mot. La méthode analytique d'ajustement consiste à interpoler la table, c'est-à-dire à chercher à représenter algébriquement la fonction $y_x$, qui désigne le nombre de vivants à l'âge $x$.

Les formules d'interpolation les plus employées sont celles des Actuaires anglais Gompertz et Makeham. La première jouit de la propriété que la probabilité de vie d'un groupe de têtes est la même que celle d'une seule tête, et la seconde, que la probabilité de vie d'un groupe de $n$ têtes est égale à la probabilité de vie de $n$ têtes toutes du même âge.

M. Laurent, de même que M. Bertrand l'a fait dans son traité de calcul des probabilités, part de la propriété qui caractérise la loi de Gompertz, et en n'annulant pas la dernière constante d'intégration qui devrait être nulle pour que cette propriété soit vérifiée, il arrive à une formule plus générale que celle de Gompertz et qui est celle de Makeham.

Il est à remarquer que c'est à l'Actuaire anglais De Morgan que l'on doit la première démonstration (1) de la propriété capitale de la formule de Gompertz. M. Bertrand (2), en partant de cette propriété, a déduit cette formule ou plutôt celle de de Makeham.

M. Laurent indique ensuite une formule d'interpolation qu'il a fait connaître dans le *Bulletin des Actuaires français*, n° 8, avril 1892.

11 à 13. *Influence des maladies sur la mortalité. — Influence du sexe. — Influence du milieu.*

14. *Sélection.* — C'est une grosse question à l'étude, en ce moment, dans le monde des Actuaires. Un individu qui conclut une assurance en cas de décès, n'est accepté que s'il est en bonne santé; il y a donc *sélection* à l'entrée dans l'assurance. Jusqu'à présent, les tarifs ont été établis en se basant sur des tables de mortalité résultant d'un ensemble d'observations faites sur des personnes d'un même âge actuel, mais qui ont subi la sélection

(1) PHILOSOPHICAL MAGAZINE, 1839.

(2) COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, avril 1888; et aussi G. Bertrand, *Calcul des probabilités*, Paris, 1888, Gauthier-Villars.

depuis un certain laps de temps, différent pour chacune d'elles. Les probabilités de survie ou de décès qu'elles fournissent ne s'appliquent donc pas aux assurés nouveaux. Pour le calcul rigoureux des primes et de la valeur réelle des contrats en cours, il faudrait une table de mortalité distincte pour chaque âge, c'est-à-dire des tables de mortalité *par âge à l'entrée.*

15. *Considérations générales sur les opérations financières.* — C'est la formule de l'intérêt *continu*, c'est-à-dire que l'on suppose la capitalisation des intérêts se faisant à chaque instant et d'une manière ininterrompue, qui est ici établie.

15 et 16. *Capitaux différés.— Annuités ordinaires et viagères.* — La valeur de l'annuité ordinaire et viagère d'un franc est calculée en supposant successivement qu'elle est payable à la fin de chaque année, par fractions $\frac{1}{\mu}$ d'années, et enfin qu'elle est payable à chaque instant et d'une manière ininterrompue; c'est ce qu'on appelle l'annuité *continue.*

17. *Pratique des calculs.* — La méthode indiquée pour construire une table d'annuités viagères est celle des Actuaires anglais, par l'emploi des *symboles de commutation.* L'annuité continue est ensuite déduite de l'annuité ordinaire par les formules qui lient les intégrales aux sommes (formule d'Euler). La valeur de l'annuité semestrielle ou trimestrielle ou mensuelle est aussi déduite approximativement de celle de l'annuité ordinaire.

18. *Calcul des annuités par la formule de Makeham.* — Ce calcul est assez compliqué; ordinairement cette formule n'est employée que pour le calcul des assurances dépendant de la vie de plusieurs têtes.

19 et 20. *Annuités différées, temporaires,* etc. — *Annuités en progression.*

21 et 22. *Annuités sur deux têtes.* — *Annuités sur deux têtes temporaires ou différées.* — Le calcul des annuités sur deux têtes est tout à fait analogue à celui des annuités sur une seule tête.

On n'a pas construit de tables d'annuités sur trois têtes, dit l'auteur, et pour les calculer on admet la loi de Makeham. Il est à remarquer que ce procédé conduira à des calculs longs et pénibles, tout en ne donnant que des résultats approximatifs. Il sera donc préférable d'employer, pour le calcul des annuités sur plus de deux têtes, une formule approximative de sommation. Les calculs seront notablement simplifiés.

23. *Autres espèces d'annuités.* — Dans les deux paragraphes

précédents, les annuités considérées étaient payables tant que deux têtes d'âges $a$ et $b$ étaient en vie; ici on examine le cas où l'annuité est payable jusqu'au dernier décès, ou seulement à partir du premier décès.

24. *Nomenclature des diverses opérations des compagnies d'assurances.* — Elles se partagent en deux catégories : les assurances *en cas de décès* et les assurances *en cas de vie.*

L'auteur fait remarquer que l'assurance ne doit pas être considérée comme une *spéculation*, comme un placement *avantageux*. L'assurance est une marchandise que l'on ne doit acheter que quand on en a besoin, et, comme toutes les autres marchandises, elle coûte plus cher à l'acheteur qu'au vendeur.

Les paragraphes qui vont suivre se rapportent aux opérations les plus usuelles.

25. *Assurances " vie entière ".* — D'abord, calcul de la prime unique en supposant la somme assurée payable au moment du décès; l'expression de la prime est donnée par une intégrale; puis successivement, en supposant la somme assurée payable au commencement de l'année où le décès doit avoir lieu, à la fin de l'année du décès, après une fraction $\frac{1}{\mu}$ d'année. Enfin, calcul de la prime viagère ou temporaire, payable annuellement ou par fraction $\frac{1}{\mu}$ d'année, équivalente à la prime unique.

26 à 29. *Assurances temporaires.* — *Assurances mixtes.* — *Assurances à termes fixes* et *Assurances des capitaux différés.* — *Assurance temporaire d'annuités.*

30. *Assurances sur plusieurs têtes.* — La prime unique est calculée d'abord dans l'hypothèse où l'assurance est payable au premier décès de deux têtes d'âge $a$ et $b$, puis dans l'hypothèse où elle est payable au dernier décès.

31. *Assurances de survie.* — C'est le cas le plus compliqué, et quand le nombre de têtes en jeu dépasse deux, les opérations de survie peuvent être variées à l'infini.

M. Laurent a étudié ici le contrat en vertu duquel une compagnie s'engage à payer un capital déterminé à la mort d'une tête d'âge $a$, si une tête actuellement d'âge $b$ lui survit, c'est-à-dire est encore vivante au décès de la tête d'âge $a$.

32. *Rentes viagères.* — Ce paragraphe est consacré aux assurances en cas de vie. Il renferme successivement le calcul des primes des rentes viagères pour la vie entière, des rentes différées, temporaires sur une tête, puis des rentes sur deux têtes payables pendant l'existence commune, ou jusqu'au dernier décès, ou réversibles en partie, soit sur une tête désignée, soit rever-

sibles pour une certaine fraction sur la première et pour une autre fraction sur la seconde.

33. *Correction relative aux arrérages.* — On désigne sous le nom d'*arrérages* la portion de la rente viagère proportionnelle au temps qui s'est écoulé depuis le dernier payement de la rente et l'époque du décès du rentier. Dans ce paragraphe, on calcule le prix supplémentaire à payer par le rentier pour assurer le payement de ses arrérages à ses héritiers, lors de son décès.

34. *Rentes à capital réservé.* — Cette opération n'est faite que par les Caisses nationales de Retraites pour la veillesse. A signaler ici une erreur typographique : à la page 94, ligne 14, l'expression $1 + C_a\ Q_a^n$ doit être remplacée par $(1 + C_{a+n})\ Q_a^n$.

35. *Assurances avec lots.* — M. Laurent examine le cas d'une compagnie d'assurances qui, dans le but d'attirer des clients, a décidé que tous les ans elle tirerait au sort un même tant pour cent de ses polices d'assurances vie entière, pour en rembourser le montant immédiatement.

La compagnie ne fait pas payer de surprime à ses assurés, parce que le calcul indique qu'elle est très petite.

Au point de vue moral, observe l'auteur, il est mauvais de transformer l'assurance en spéculation, ce qui lui fait perdre son caractère en l'assimilant à une roulette.

36. *Achats d'usufruits et de nu-propriétés.* — Ce sont des opérations analogues aux rentes viagères et assurances vie entière.

37. *Du chargement.* — On appelle ainsi la majoration que l'on fait subir à la prime *pure*, de manière à laisser à l'assureur un bénéfice certain.

38. *Réserve, rachat*, etc. — La notion si importante de la *Réserve* est définie et calculée pour quelques cas particuliers.

Le prix de rachat d'un contrat serait précisément égal à la réserve de ce contrat.

Les compagnies en retiennent cependant une certaine fraction pour se rembourser de divers frais.

31. *Contre-assurance.* — L'auteur examine le cas où le montant des primes d'une opération d'assurances doit être remboursé au décès de l'assuré.

40. *Quelques exercices.* — Cinq exercices sont résolus ; les trois premiers se rapportent aux Assurances de survie et sont assez compliqués.

41. *Changements produits dans les tarifs par un changement de la loi de mortalité ou du taux de l'intérêt.* — Si on adopte une nouvelle loi de mortalité *peu différente de la première*, il

n'est pas nécessaire de recommencer les calculs pour obtenir une nouvelle table d'annuités : on pourra obtenir les différences premières de ces fonctions avec une approximation suffisante.

Les changements de taux conduisent à des observations analogues.

42. *Examen d'un cas singulier.* — L'auteur examine le cas où le taux de l'intérêt de l'argent est nul. On sait que l'annuité viagère est alors égale à la vie moyenne.

43. *Du plein des assurances.* — Le *plein* d'une assurance est la somme maxima qu'un assureur peut accepter sur ce genre d'affaires sans se compromettre. En général, les compagnies se sont montrées très prudentes sur la question du plein, elles n'acceptent les grosses assurances qu'en distribuant une partie des risques qu'elles courent à d'autres compagnies.

La détermination analytique du plein est très compliquée. M. Laurent reproduit, dans ce paragraphe, l'article qu'il a publié sur cette question dans le JOURNAL DES ACTUAIRES FRANÇAIS, tome II, 1873, pp. 79 et 161, et aussi dans son *Traité du calcul des probabilités*. Les calculs qu'il y développe sont assez pénibles.

44. *Quelques détails pratiques sur le calcul des réserves.* — L'auteur revient dans ce paragraphe sur l'importante question de *la réserve* et sur la nécessité de la calculer avec le plus grand soin.

Au moment où une compagnie se fonde, dit-il, les capitaux affluent, les assurés sont jeunes, les sinistres sont rares, les recettes excèdent de beaucoup les dépenses, la caisse se remplit rapidement; la prospérité n'est évidemment qu'apparente, car les capitaux reçus ne sont que des dépôts qui devront être restitués un jour, au moins en grande partie.

45. *Caisses de retraite.* — Il s'agit des caisses de retraite organisées par de grands industriels, des compagnies de chemin de fer, etc., en prélevant certaines sommes sur les salaires des employés. Une erreur assez répandue parmi les personnes qui sont chargées de la gestion des caisses de retraite consiste à croire que la situation de la caisse est bonne quand les recettes annuelles sont égales ou supérieures aux frais. L'auteur renvoie au paragraphe précédent, où il a montré combien cette erreur est grossière, et fait ensuite quelques observations très judicieuses sur les conditions dans lesquelles doivent être servies les retraites et aussi sur l'institution des retraites organisée par l'État en faveur de ses fonctionnaires.

Notons en passant qu'en Belgique les statuts des Caisses de

veuves et orphelins instituées par la loi du 21 juillet 1844 sont tels qu'il est impossible d'établir nettement leur situation financière; il n'y a pas de lien mathématique entre les primes versées par les affiliés et la pension promise, qui dépend de la moyenne des traitements des cinq dernières années de service; ceci rend impossible l'évaluation de la charge de l'organisme envers un affilié non pensionné.

46. *Sur les tontines.*

47 et 48. *Assurances contre les maladies. — Prime unique d'assurance.* — Théorie analogue à celle des assurances sur la vie et utile aux personnes qui veulent organiser des sociétés de secours mutuels.

La prime unique d'assurance se calcule au moyen d'une *table de morbidité* et aussi d'une table de mortalité et tout à fait de la même manière que la prime unique d'assurance " vie entière ".

En France, on a la table de morbidité d'Hubbard, que l'auteur insère au paragraphe 48. En pratique, il sera bon de faire usage de plusieurs tables de morbidité, relatives aux divers métiers dont on veut assurer les ouvriers.

49 et 50. *Le familistère de Guise. — La Compagnie X.* — Il est à regretter que les conditions techniques qui règlent les *Pensions de retraite* au familistère de Guise ne soient pas indiquées. L'auteur cite, en effet, cette Société comme type de société assurant le bien-être de ses employés; il décrit ensuite et critique l'organisation de la Caisse des retraites d'une grande compagnie industrielle française qu'il désigne par la lettre X.

51. *Quelques mots sur la jurisprudence en matière d'assurances.* — Ces notions sont empruntées à un article de M. Chavegrin qui a paru dans la *Grande Encyclopédie.*

52. *Sur les analogies qui existent entre la loi de la mortalité et la loi de l'amortissement.* — Le tableau d'amortissement des obligations d'un emprunt est considéré comme une table de mortalité où les obligations non amorties sont les têtes vivantes, et les autres les têtes décédées. La loi de mortalité, c'est-à-dire le nombre des obligations vivantes à une époque quelconque, est calculée en supposant l'emprunt remboursable par annuités constantes.

55. *Résumé des formules les plus usuelles.* — Ce résumé renferme les primes uniques de 16 opérations d'assurances et leur conversion en primes annuelles.

A remarquer une note qui indique un moyen de calculer l'âge d'un assuré à une date déterminée, connaissant la date de sa

naissance ; ce moyen est très pratique lorsqu'on a souvent à répéter la même opération.

54 et 55. *Conseils aux personnes qui veulent s'assurer. — Liste des compagnies françaises.*

L'auteur termine par un répertoire bibliographique où il indique les principaux ouvrages écrits sur la théorie des assurances sur la vie. Il y a omis cependant le principal ouvrage classique : *Institute of Actuaries' Text Book. Part I. Interest, by W. Sutton. Part II. Life Contingencies, by G. King* (2 vol. in-8°. Londres, C. et E. Layton, 1882 et 1887).

L'index bibliographique est précédé de deux figures : la première représente la courbe de mortalité de la table R. F. (rentiers français) des compagnies françaises comparée avec celle de la table de Deparcieux et celle de la Caisse des retraites de France pour la vieillesse, dite table C. R. ; la seconde représente la courbe de mortalité de la table A. F. (assurés français) des compagnies françaises comparée avec celle de la table de Duvillard et la table anglaise $H^M$.

E. FAGNART,
professeur à l'Athénée royal de Gand.

## VII.

ANNUAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES pour l'an 1896. — Un vol. in-18 de v-746+A 26, B 35, C 6, D 11, E 17, F 7, G (table) 42, en tout 895 pp. — Paris, Gauthier-Villars.

Les additions apportées, cette année, à la partie technique de l'*Annuaire* sont assez importantes. Elles sont succinctement détaillées ci-dessous. Les notices sont au nombre de six ou sept.

### I. PARTIE TECHNIQUE.

Aux descriptions des divers calendriers. julien, grégorien, perpétuel, républicain (solaires), cophte, musulman (lunaire), israélite (luni-solaire), données dans les Annuaires précédents, on a ajouté celle du calendrier chinois, qui est aussi un calendrier luni-solaire comme le calendrier juif (comme aussi quelques autres en usage aux Indes), et implique les mêmes complications. Il est du reste relativement nouveau en Chine, ne remontant pas

au delà du milieu du XVII^e siècle, et réglé sur les mouvements vrais du soleil et de la lune rapportés au méridien de Pékin.

Le chapitre ou division intitulé : *Phénomènes astronomiques principaux, observables en l'année*, est forcément différent d'une année à l'autre, puisque ces phénomènes sont essentiellement variables : éclipses de soleil et de lune, occultations des planètes et des étoiles, phénomènes divers du système jovien, etc. — Nous avons, en 1896, deux éclipses de soleil, d'ailleurs invisibles à Paris : l'une annulaire, le 13 février, visible entre les longitudes 141° 22′ et 8° 45′ O. d'une part, et les latitudes 58° 4′ et 10° 18′ A d'autre part (1), de 2 h. 3^m, 2 à 7 h. 2^m, 7 du soir ; l'autre totale, le 9 août, visible entre 28° 56′ et 157° 1′ de longitude E., 47° 23′ et 3° 15′ de latitude B. (2), de 2 h. 52^m, 8 à 7 h. 44, 2 du matin.

Deux éclipses partielles de lune, partiellement visibles à Paris : la première, le 28 février, de 5 h. 25^m à 10 h. 25^m, 1 du soir ; la seconde, le 23 août, de 4 h. 17^m, 6 à 9 h. 56^m, 1 du matin, font aussi partie du contingent de 1896.

Le tableau des " Étoiles supposées variables „ s'est encore enrichi. De 33 étoiles seulement dans l'*Annuaire* de 1893, de 93 dans celui de 1894 et de 165 dans celui de 1895, il s'élève aujourd'hui au nombre de 190. On a ajouté, à la liste des " Époques maxima et minima pendant chaque mois de l'année des étoiles variables à courte période „, une étoile qui ne figurait pas sur les Annuaires précédents, l'étoile W de la constellation de Céphée.

Mentionnons aussi une note de M. Lœwy, sur la très difficile question de la position de l'*apex*, c'est-à-dire du point de la sphère céleste vers lequel s'avance le soleil avec le cortège de tous les objets sidéraux qu'il retient dans sa sphère d'attraction. Cette donnée est encore très incertaine, puisque, après l'avoir établie par 266°7 d'ascension droite et + 131°0 de déclinaison, on l'estime, sur les nouvelles observations de M. L. Boss, à 280° AR et + 40° D (3).

(1) Sud de l'Afrique, pôle austral et cap Horn.

(2) Est de l'Europe, Asie et pôle boréal.

(3) Une indication qui ne figure pas dans l'*Annuaire*, mais qu'il paraît intéressant de signaler ici, est la suivante. La trajectoire suivie par le soleil ferait partie, d'après M. Bompas (voir un des derniers numéros de l'OBSERVATORY), d'une orbite située au S.-O. du plan de la Voie lactée par rapport à la position de l'*apex* ; et cette trajectoire serait suivie par le soleil dans une direction rétrograde, de l'E. à l'O., suivant un plan incliné de 70° par rapport à la Galaxie. Les planètes exécuteraient ainsi leur révolution circumsolaire dans une direction inverse à celle que le soleil

Dans la division du volume qui concerne la spectroscopie solaire, M. Cornu a introduit une note assez brève mais fort importante, dans laquelle il fait connaître que M. Ramsay a pu identifier l'*hélium*, ce gaz constaté par l'analyse spectrale dans l'atmosphère solaire, mais inconnu, avec un gaz extrait d'un minéral terrestre d'ailleurs fort rare, la clévite, donnant la raie jaune ($\lambda = 587,60$) de l'hélium, gaz qui aurait une densité double de celle de l'hydrogène. Dans ce même gaz, M. Deslandres a observé plusieurs raies chromosphériques non identifiées jusqu'ici, notamment la raie violette (447,18) et la raie rouge (706,55) que l'on croit appartenir, non plus à l'hélium, mais bien au fameux *argon*, ce gaz récemment découvert dans notre atmosphère par lord Rayleigh et M. Ramsay.

Une intéressante addition a été apportée à l'article intitulé : " Tableau des grandes marées de l'année ". C'est une table des grandes marées, en 1896, à Brest et au Havre. Au nombre de 26, les grandes marées, dans ces deux ports, sont réparties entre seize jours dont un en février, le 29, six en mars, un en avril, trois en septembre, quatre en octobre, et le dernier le 5 novembre. En regard de chaque date et des coefficients de marée correspondants, sont données l'heure et la hauteur des dites marées dans chacun des deux ports.

Comme on le prévoyait l'an passé, en rendant compte de l'*Annuaire* de 1895, le nombre des petites planètes comprises entre les orbites de Mars et de Jupiter s'est encore accrû, ainsi qu'il a coutume de le faire chaque année. Nous avions laissé, en fin 1894, ce nombre à 402 ; nous le trouvons parvenu, le 19 octobre 1895, au chiffre de 416. Au bas de la première page de l'article qui le concerne, on lit cette note digne d'attention : " Dans le prochain *Annuaire*, on donnera quelques détails sur la recherche des planètes par la photographie (p. 267). " Or, dans l'*Annuaire* de l'an dernier, au bas de la première page de l'article sur le même sujet (p. 258), on lit une note identique. En lirons-nous une pareille dans l'*Annuaire* de 1897 ?

Celui de 1896 donne les éléments des comètes de 1894, de même que le précédent donnait ceux des comètes de 1893. On en a compté cinq, au nombre desquelles la célèbre comète d'Encke, et celle de Vico et E. Swift, observée pour la première fois en 1678, puis en 1844, et enfin en 1894.

suivrait sur sa propre orbite, situation tout à fait comparable, relativement à la Voie lactée, à celle du système d'Uranus relativement à l'écliptique.

A son article des années précédentes sur les spectres des étoiles, M. Cornu a ajouté un alinéa mentionnant des " Identifications de nouvelles raies stellaires „. Elles sont à rapprocher de celles dont il a été parlé plus haut et qui paraissent se rapporter à l'hélium et à l'argon. M. Lockyer, en observant le spectre de gaz très raréfiés extraits de minéraux rares contenant de l'uranium, y a reconnu une série de raies brillantes qu'il a pu identifier avec celles de la chromosphère du soleil, et avec les raies sombres d'origine inconnue signalées dans le spectre des étoiles blanches de la constellation d'Orion. Suit le tableau comparatif des raies des minéraux, de celles de la chromosphère, des raies photographiées à la faveur de l'éclipse de 1893, et enfin des raies des étoiles d'Orion.

M. Glasenapp, qui s'occupe avec un zèle si persévérant des recherches sur les étoiles doubles et du calcul de leurs orbites, a ajouté à son tableau une orbite de plus, celle de l'étoile Σ 3121, due à M. Gore, ce qui en porte le nombre à 86 ; il y a ajouté quelques déterminations nouvelles, dues à MM. Burnham, Gore et See, d'orbites déjà connues.

*Paulo minora canamus,* et des étoiles nous passons aux monnaies étrangères et à leur valeur en monnaie française. M. Sudre, auteur du tableau qui les concerne, y a ajouté celles de l'empire d'Éthiopie et du Guatémala qui ne figuraient pas dans les annuaires précédents.

Depuis 1892, l'*Annuaire* consacre régulièrement un article spécial à l'heure légale en France, réglée par la loi du 15 mars 1891. Cette année-ci, les directeurs de ce recueil y ont ajouté une annexe donnant les heures légales à l'étranger. Le système des fuseaux horaires a prévalu dans un certain nombre d'États ; et l'Italie donne aux autres pays l'excellent exemple de compter ses heures, non en deux séries de 0 à 12, mais en une seule de 0 à 24, allant de minuit à minuit.

Arrivons aux cartes magnétiques de M. Moureaux. Ce sont toujours les mêmes que précédemment. Il en est un peu de ces cartes comme des recherches des planètes par la photographie (voir ci-dessus) : c'est toujours pour l'année qui suivra. Ceci soit dit sans d'ailleurs diminuer en rien le mérite au-dessus de tous éloges du laborieux et patient observateur qui, depuis 1888, a recueilli des données aussi minutieuses et aussi multipliées. Il annonce du reste que le travail de revision auquel il s'est livré est actuellement terminé, et que, " lorsque les observations auront été ramenées à une même époque „, il donnera, dans

l'*Annuaire*, de nouvelles cartes établies d'après ses 644 observations. Espérons que ces nouvelles cartes, objet d'une impatience si légitime et d'ailleurs si honorable pour leur auteur, ne se feront plus trop attendre.

On sait que M. Moissan, l'illustre chimiste, a obtenu, par voie synthétique, un certain nombre de composés nouveaux (parmi lesquels le carbure de calcium, $C^2Ca$). M. Damour a déterminé les densités respectives de ces nouveaux corps et en a ajouté le tableau au tableau des " Densités de substances diverses ".

Enfin nous clôrons la liste des additions apportées à l'*Annuaire* de 1896 en mentionnant un nouveau chapitre sur les chaleurs spécifiques d'un grand nombre de corps, et sur les chaleurs latentes de fusion et de vaporisation de l'eau, dû à M. Cornu. Le tableau des premières comprend trente-et-un corps simples, métaux et métalloïdes tant solides que liquides ou gazeux, neuf gaz composés (gaz du carbone, de l'azote, du soufre, air, etc.), huit liquides, eau comprise, mais dans ses trois états, enfin douze corps composés solides.

## II. Les Notices.

On a dit, au début de cet article, que les *Notices* sont au nombre de six ou sept : six d'après les lettres d'en-tête, sept si l'on compte pour deux notices les allocutions funéraires prononcées par deux orateurs différents.

La première Notice, A, par M. Cornu, a pour titre : *Les Forces à distances et les Ondulations*. C'est, en un très beau langage et sous le couvert de considérations scientifiques élevées, un plaidoyer contre le principe même des actions à distance. Le travail du savant académicien ayant été analysé avec détail et apprécié quelques pages plus haut, et les objections à ses conclusions ayant été formulées, nous n'avons pas à nous en occuper ici.

La Notice B, qui suit, due au même auteur, est extraite du *Livre du Centenaire de l'École polytechnique*. C'est une rapide esquisse biographique du fondateur de l'optique moderne, sous ce titre : *Les Travaux de Fresnel en optique*.

Existence bien remarquable, celle de ce savant, moissonné presque à la fleur de l'âge, à 39 ans, alors qu'on pouvait espérer de lui des travaux et des découvertes plus importants encore ! Assurément on pourrait dire de lui, au point de vue de son dévouement à la science : *Consummatus in brevi, explevit tem-*

*pora multa*. D'une santé délicate et frêle, la meilleure part de son temps remplie par ses travaux professionnels d'ingénieur des Ponts et Chaussées qu'il accomplissait avec conscience et amour du métier, souvent pourchassé par les tracasseries de la politique, Fresnel n'en a pas moins été en optique, comme le dit excellemment M. Cornu, un créateur et un initiateur de premier ordre. Né en 1788 et entré en 1804 à l'Ecole polytechniqne, il avait été, aux Cent-Jours, suspendu par Bonaparte de ses fonctions d'ingénieur. Réintégré dans son emploi par la Restauration, il eut l'heureuse fortune de trouver dans Arago un appui aussi bienveillant que dévoué et affectueux. Ses méditations sur la théorie de la lumière l'avaient mis en défiance contre l'hypothèse newtonienne de l'émission. Bientôt il jeta les bases de celle des ondulations, par laquelle s'expliquent, en même temps que les phénomènes de diffraction, de réflexion, de réfraction, des couleurs des lames minces (anneaux de Newton), le phénomène des franges d'interférence contraire à la théorie de l'émission et partant inexplicable par elle.

Une grande difficulté se rencontrait dans la polarisation de la lumière qu'expliquait si simplement la conception de Newton, mais qu'on ne se représentait plus aussi bien dans le système des ondulations. Young, après bien des recherches, avait renoncé à résoudre la difficulté. De concert avec Arago, Fresnel arrive, à force d'observations et d'expérimentations, à constater pratiquement que, polarisés dans des plans parallèles, les faisceaux lumineux interfèrent, tandis qu'ils n'interfèrent pas dans des plans perpendiculaires. Ce fut un grand pas vers la théorie des vibrations transversales, que se refusaient pourtant à admettre les savants les plus illustres, influencés qu'ils étaient par le nom de Newton. Cette hostilité des princes de la science fut un obstacle sérieux à l'adoption de la théorie nouvelle, obstacle que Fresnel, grâce aux clartés de son génie, parvint à surmonter. Il renversa l'objection tirée de l'aberration de la lumière, par une hypothèse sur le rôle de l'éther dans les milieux réfringents dont une célèbre expérience de M. Fizeau devait, un tiers de siècle plus tard, confirmer la réalité.

Sans pousser plus loin l'historique de la lente élaboration par Fresnel des bases fondamentales de la théorie optique qui a prévalu, ce qui serait refaire et beaucoup moins bien le travail de l'auteur, signalons, pour finir, la pénétration d'esprit, la puissance d'imagination, l'unité de plan et la rigoureuse logique qui ont guidé le jeune savant dans ses recherches, dans l'institution de

ces expériences, enfin, dans ses découvertes au service soit de l'accomplissement de ses devoirs professionnels, soit de la théorie à laquelle est à jamais attaché son nom.

Enlevé à la science, à la tendresse de sa mère, à l'affection de ses amis, le 17 juillet 1827, il est probable que, s'il lui eût été donné de parcourir le cycle ordinaire de la vie humaine, il eût lui-même réalisé les développements et perfectionnements de sa théorie, devenus l'apanage des savants qui, venus après lui, ont été formés à son école et à ses initiations.

C'est moins une Notice, au sens rigoureux du mot, la *Notice C sur la construction de nouvelles cartes magnétiques du globe, entreprises sous la direction du Bureau des longitudes*, qu'un programme, tracé par M. le capitaine de vaisseau de Bernardières, des études et observations confiées par la docte assemblée à sept commissions d'officiers de marine et d'ingénieurs hydrographes. Ces commissions, réparties sur les rives de l'Atlantique, du Pacifique, des mers des Indes, de Chine et du Japon dans diverses îles (Madère, Canaries, Açores, Cap-Vert, Islande), et qui seront bientôt complétées par une huitième, affectée au bassin de la Méditerranée, sont chargées de la construction des cartes magnétiques de ces diverses régions, en vue d'arriver, en complétant les travaux des observatoires disséminés un peu partout en Europe et en Amérique, à l'établissement d'une carte d'ensemble de la sphère terrestre, au point de vue des phénomènes de cet ordre dont elle est le théâtre.

Déjà la mission d'Islande, de retour d'une première exploration, a rapporté de nombreuses observations recueillies successivement à Cherbourg, en Écosse, aux îles Shetland, en Islande, en Norwège, en Danemark et dans la mer du Nord. Nul doute que l'*Annuaire* de l'an prochain ne soit en mesure de nous faire connaître d'autres résultats encore.

Sous cette rubrique : D. *Observatoire du Mont-Blanc*, le vénérable M. Janssen raconte sa " troisième ascension à l'observatoire du sommet du Mont-Blanc et les travaux exécutés pendant l'été de 1895 dans le massif de cette montagne ". Cette ascension, effectuée dans les derniers jours de septembre, avait principalement pour objet, d'une part l'installation d'une lunette parallactique de 33 centimètres d'ouverture dans le dit observatoire, ainsi que l'examen du météorographe enregistreur, dont la description a été donnée l'an dernier et qui s'était arrêté, et

d'autre part l'étude des atmosphères solaires à une station assez élevée pour constater la présence ou l'absence de vapeur d'eau dans ces atmosphères. Porté par les guides dans un traîneau de son invention, déjà employé lors des ascensions précédentes, l'illustre directeur de l'observatoire de Meudon put tout à l'aise se livrer à la contemplation du merveilleux spectacle qu'offraient à ses yeux les féeriques transformations, sous l'action du soleil, des nuages et des vapeurs au sein des montagnes qui l'environnaient, et en tirer de savantes conséquences au point de vue de la constitution de l'atmosphère terrestre et de la manière dont s'y comportent les vapeurs d'eau qu'elle contient.

Parti de Chamonix, le jeudi 26 septembre à 7 heures du matin, et arrivé au sommet de la montagne le samedi matin à 8 1/2 heures, après avoir passé la première nuit à la station des Grands-Mulets et la seconde à la cabane des Rochers-Rouges, M. l'astronome Janssen s'occupa immédiatement de l'examen des pièces de la lunette parallactique ainsi que de l'emplacement qui lui était réservé, et put s'assurer que toutes ces pièces pouvaient sans danger passer l'hiver dans l'établissement. Suit la description du dit instrument et de son mode de fonctionnement.

Il s'agissait ensuite de visiter le météorographe et de se rendre compte des causes de son arrêt. Celles-ci paraissent tenir à un certain manque de stabilité auquel il fut d'ailleurs facile de remédier sans démonter l'appareil. D'autres causes, notamment le froid, pourraient, dans l'avenir, causer de nombreux arrêts. Il faudra, vu l'extrême intérêt que présente pour la science cet instrument à longue marche, aviser à parer d'avance à ses dangers.

Vers midi du même jour, la température générale avoisinant zéro, mais le point de rosée étant abaissé jusqu'à — 18°, ce qui impliquait une atmosphère non seulement très rare, mais encore d'une sécheresse extrême, les conditions étaient particulièrement favorables pour élucider le point de physique céleste auquel il a été fait allusion plus haut. Muni d'un spectroscope Duboscq à deux prismes, l'illustre astronome observe un spectre solaire absolument dépouillé des raies d'origine aqueuse des groupes D et C; à peine y soupçonnait-on le groupe *a*, encore était-il si pâle qu'il était difficile de dire s'il était à sa place. " Il était évident, ajoute le judicieux observateur, qu'encore un pas de plus et toute manifestation spectrale aqueuse aurait disparu. „

Pratiquement, la question est donc résolue de l'absence de vapeur d'eau comme de l'absence d'oxygène dans l'atmosphère

*gyroscope collimateur*, ayant pour effet " de faire apparaître, dans le champ de la lunette du sextant, une ligne de repère capable de servir de base aux observations d'astres lorsque l'horizon de la mer est invisible ou mal défini " ; enfin, un télémètre à réflexion pour l'appréciation des distances de tir à la mer.

Rien d'étonnant à ce qu'un esprit de cette trempe, un savant de cette valeur, ait été souvent chargé de missions scientifiques importantes.

Revenu du Mexique à 25 ans, avec le grade de lieutenant de vaisseau et la croix de la Légion d'honneur (croix bien méritée, celle-là), il fut compris dans la mission chargée, en 1867, par le Bureau des longitudes de la détermination de méridiens fondamentaux. Il en revint au bout de trois ans, ayant fixé, tout autour du monde, la position d'une dizaine de lieux répartis entre l'Amérique du Sud, l'océan Pacifique (îles Sandwich), l'Extrême-Orient et l'Inde. La rosette d'officier fut la récompense de ce haut fait scientifique, récompense largement ratifiée par l'héroïsme déployé quelques mois plus tard, à Pont-de-Gennes, par le brillant capitaine.

En 1874, l'Académie des sciences chargea Fleuriais de la direction de la mission chargée d'observer, à Pékin, en décembre, le passage de Vénus sur le soleil. La manière heureuse dont il s'acquitta de cette tâche délicate lui valut en 1875, de la part de l'Académie, le prix Lalande, et de la part du ministère de la Marine, le grade de capitaine de frégate. Il avait alors 35 ans.

Après avoir contribué à l'observation du passage de Mercure sur le soleil, à Payta, sur les côtes du Pérou, le 5 juin 1878, et à peine de retour en France, il reprit, comme commandant de l'aviso *Le Chasseur*, la route du Pacifique où il se livra à des travaux hydrographiques et détermina la position du petit archipel des quatre-vingts îles Touamotou ou Pomatou (îles Basses) dans la Polynésie française (1). Puis, le 6 décembre 1882, à Santa-Cruz de Patagonie, il observait, avec le même succès que la première fois à Pékin, le second passage de Vénus sur le soleil, y utilisant de la manière la plus heureuse l'emploi de ses prismes biréfringents. Après quoi il remontait à Buenos-Ayres pour mesurer, sous les auspices du Bureau des longitudes, la différence

(1) Entre 135° et 150° de longitude ouest du méridien de Paris, de l'est à l'ouest, 14e parallèle austral (environ) et le tropique du Capricorne du nord au sud.

télégraphique des méridiens de Buenos-Ayres et de Valparaiso, ce qui lui valut une seconde fois le prix Lalande.

A 43 ans, Fleuriais était nommé capitaine de vaisseau, et à 50 ans, en 1890, commandeur de la Légion d'honneur. Deux ans après, le 20 février 1892, il parvenait au grade de contre-amiral, et lorsque la mort de l'amiral Mouchez laissa une vacance au Bureau des longitudes, Fleuriais fut élu pour le remplacer.

Nommé, en avril 1895, commandant en chef de la division navale de l'Atlantique, il fut enlevé, par une maladie foudroyante, le 3 juin suivant, à l'affection de sa jeune famille et de ses amis, au milieu de ses préparatifs de départ.

Nous n'avons pu, dans cette rapide analyse, retracer que quelques traits seulement de la carrière du brillant marin et du savant éminent. Nous nous reprocherions de la terminer sans retracer l'appréciation de son caractère donnée par son biographe et qui en complète dignement l'éloge. Chez l'amiral Fleuriais les qualités du cœur égalaient, si elles ne la dépassaient, la haute portée de l'esprit. Aussi modeste que distingué par la science et l'habileté professionnelle, il se faisait surtout remarquer par une bonté extrême : c'était donc, dans la plus excellente acception du terme, un *homme* et un homme complet.

Les deux discours qui composent la notice F ont été prononcés aux *Funérailles de M. Émile Brunner*, le 24 novembre 1895, le premier par M. Janssen, président du Bureau des longitudes, et le second par M. l'astronome Tisserand.

M. Émile Brunner faisait partie du Bureau comme artiste constructeur d'instruments de haute précision pour les observations astronomiques. M. Janssen s'est attaché à retracer les services considérables rendus à la science, tant en France qu'à l'étranger, par ce constructeur hors ligne, et à signaler en même temps les mérites de l'homme privé et la sûreté de ses relations. M. Tisserand a parlé surtout comme ami personnel du défunt, énumérant les instruments remarquables qu'on lui doit : cercles méridiens portatifs pour la détermination des longitudes ; équatoriaux, cercles azimutaux, appareils pour la mesure des bases dans les triangulations, instruments magnétiques employés pour l'établissement de la carte magnétique du globe. (Une erreur typographique a fait dire à l'auteur de l'allocution : " la carte *magnifique* du globe ".)

En terminant son discours, M. Tisserand a exprimé cette

pensée consolante : " Mon cher Brunner, je vous dis du fond du cœur : adieu, ou plutôt *au revoir !* „ Là est le véritable et plus complet hommage rendu à une mémoire justement honorée.

JEAN D'ESTIENNE.

## VIII.

ANNUAIRE DE L'OBSERVATOIRE MUNICIPAL DE MONTSOURIS, pour l'année 1896. (Analyse des travaux de 1894.) — *Météorologie.* — *Chimie.* — *Micrographie.* — *Applications à l'hygiène.* — Un vol. in-18 de IX-(28+503) pp. [La p. 23 est répétée 28 fois.] — Paris, Gauthier-Villars.

Pourquoi donc, alors que, dans l'*Annuaire du Bureau des longitudes,* les titres et rubriques des différentes matières sont si judicieusement répartis dans le corps du volume et si exactement reproduits dans les tables, pourquoi n'en est-il pas de même dans l'*Annuaire de l'observatoire municipal de Montsouris* publié cependant par les mêmes éditeurs ?

Cette défectuosité d'ordre typographique, déjà signalée l'an dernier, semble s'être développée encore dans l'*Annuaire* de 1896. En veut-on des exemples ? On n'aura que l'embarras du choix. La table des matières indique, sur sa première page, en vedette et en lettres capitales, des " *Tableaux mensuels comparatifs de la pluie, de la température, et de la pression barométrique,* pp. 25 et suivantes „. Or, aux pages indiquées, on trouve bien les tableaux, mais aucun titre indicatif (1). De même aux pages 84, 96, 100, 102, 103 ; on y rencontre, sans doute, les tableaux qu'indique la table, mais point sous la rubrique adoptée par elle. A la page 126, c'est tout un article de longue haleine sur les *Phénomènes accidentels et caractères généraux de chacun des mois de l'année météorologie* 1894, *à Montsouris,* qui commence immédiatement au-dessous du chiffre de pagination et dont il faut aller chercher le titre à la table des matières pour

(1) Il est vrai que la première page des dits tableaux est précédée de deux pages de texte sous la rubrique : *Observations anciennes.* Ces observations s'étendent de 1805 à 1894. — Mais la clarté de l'ensemble et la facilité des recherches n'eussent-elles pas gagné à ce que, figurant à la table des matières, l'intitulé des tableaux figurât aussi en tête de ceux-ci ?

savoir de quoi il s'agit. Plus loin, dans le même article, on trouve successivement quatre tableaux ou diagrammes, — partie graphiques, partie à renseignements écrits, — qui sont relatifs à la salubrité climatérique en chacune des quatre saisons : non seulement les titres de ces tableaux, inscrits à la table des matières, ne figurent pas en haut des pages qui les contiennent, mais de plus les en-tête des colonnes, de même que les données écrites, lorsqu'il s'en trouve dans l'intérieur de celles-ci, sont imprimés A L'ENVERS ! En sorte qu'il faut retourner le livre et le tenir sens dessus dessous pour pouvoir les lire. Si une aussi bizarre disposition typographique n'est pas intentionnelle, comment l'a-t-on laisser passer ? Si, au contraire, elle est voulue, ne fallait-il pas tout au moins expliquer la raison d'être (si elle existe) d'une pareille anomalie ?

Ces remarques, d'ordre purement matériel, concernent deux des quatre parties dans lesquelles on peut grouper les matières de l'*Annuaire*. Elles ont même raison d'être dans les deux autres, comme nous aurions occasion de le remarquer en les analysant si nous ne craignions de tomber dans des redites.

Exposons maintenant le plan de l'ouvrage et indiquons les sujets qui y sont abordés.

I. — Nous venons de dire qu'il comprend quatre parties. En réalité, cependant, les travaux du personnel de l'Observatoire sont distribués en trois sections seulement : I° Le Service de Physique et de Météorologie dirigé, jusqu'au 1er juillet 1895, par M. Léon Descroix (1). II° Le Service chimique, sous la direction de M. Albert-Lévy ; et enfin III°, Le Service micrographique, œuvre spéciale de M. le Dr Miquel, qui en est, dans l'Annuaire pour 1896, à son *Dix-septième mémoire sur les poussières organisées de l'air et des eaux*. Mais la MÉTÉOROLOGIE, sous une rubrique figurant en belle page de suite après l'Introduction (et absente à la table), comprend deux séries de travaux distincts. Il y a d'abord, comme dans les Annuaires précédents, les données usuelles du calendrier, les tables de correction des levers et couchers du soleil par rapport à Paris, et des azimuts de ces deux points de l'horizon suivant l'époque de l'année; puis, ce qui n'avait pas encore été donné, les heures et hauteurs des pleines

(1) Admis à faire valoir des droits à la retraite, à la date sus-indiquée, M. Léon Delcroix a été remplacé, le 1er août suivant, par M. Joseph Jaubert.

et basses mers, au Tréport-Mers et à Dieppe, depuis le 1er janvier 1896 jusqu'au 31 décembre, occupant les pages 23 et $23_1$ jusqu'à la page $23_{36}$ inclusivement. Viennent enfin les *Observations anciennes* donnant, sous la forme des *Tableaux comparatifs* dont il a été parlé plus haut, les moyennes mensuelles, année par année à partir de 1805, de la pluie, de la température et de la pression atmosphérique.

II. — Toutes ces indications précèdent le premier des trois grands mémoires correspondant aux trois principaux services de l'Observatoire, mémoire qui a pour titre : *Climatologie parisienne.* On peut, par l'analyse, distinguer trois parties dans ce travail. La première, que la table des matières (non le texte) représente comme contenant les *Valeurs normales des éléments climatériques à Paris*, ajoute aux données de l'Annuaire précédent sur l'évaporation, la vitesse des vents polaires et équatoriaux, les températures extrêmes, l'humidité, les données qui concernent la pression, la température moyenne, la vitesse générale du vent, le total de la fréquence de la pluie, la radiation et la nébulosité. Suivent de nombreux tableaux des oscillations barométriques, thermométriques, des moyennes météorologiques, des variations de la vitesse du vent, de l'humidité, de la force élastique de la vapeur d'eau, des hauteurs d'eaux ; ces tableaux sont complétés par deux autres, donnant, le premier, les résumés mensuels par moyennes et totaux des observations météorologiques de l'année 1894, le suivant, les valeurs extrêmes mensuelles de la pression, de la température, et de la tension de la vapeur d'eau.

La seconde partie du mémoire est occupée par les *Tableaux des moyennes annuelles et mensuelles* des mêmes données depuis 1883, auxquelles il faut ajouter les nombres mensuels des jours de gelée, des jours de pluie et les observations actinométriques.

La troisième partie, intitulée (à la table, non dans le texte) : *Phénomènes accidentels et caractères généraux,* etc. (voir plus haut), contient, pour chacune des quatre saisons, un résumé descriptif, mois par mois, des phénomènes et particularités qui l'ont signalée, le tout synthétisé, au point de vue de la salubrité du climat, par ces fameux tableaux-diagrammes dont nous avons parlé en commençant et qui sont disposés de si heureuse façon qu'on est obligé, pour les pouvoir lire, de tenir le livre à l'envers (1) !

(1) Une erreur typographique s'est également glissée, à leur sujet, dans la table des matières, p. 495, où le diagramme pour l'*été* y est indiqué

III. — CHIMIE. C'est le titre plus général (non reproduit à la table) sous lequel est distingué du mémoire précédent le mémoire annuel de M. Albert-Lévy sur l'*Analyse chimique de l'air et des eaux. — Analyse des eaux : Méthodes, Résultats ; — Analyse de l'air : Méthodes, Résultats;* telles sont les quatre divisions de très inégale importance entre lesquelles se partage ce mémoire. La plus considérable, et de beaucoup, est celle qui donne les *Résultats* de l'analyse des eaux. Les analyses et recherches portent, en effet, sur des eaux de provenances bien différentes : eaux de rosée, eaux de brouillards, de neige, de pluie, eaux de sources (Vanne, Dhuis, Avre), eaux de rivières (Ourck, Marne, Seine en un grand nombre de stations), eaux d'égout, eaux de drainage, eau de la nappe parisienne souterraine, eaux filtrées et purifiées par divers procédés étudiés à l'Observatoire. Le dosage de l'azote contenu dans les eaux météoriques et la très inégale répartition de celles-ci; les variations de composition des eaux servant à l'alimentation des Parisiens; les teneurs en chaux, en oxygène dissous, en azote nitrique, en matières organiques des eaux de rivières servant aux services publics de la grande capitale ; celles, en ces mêmes matières et, de plus, en chlore, en acide sulfurique, en azote ammoniacal et organique, en résidus sec et volatil, des eaux d'égout et de drainage ainsi que des eaux de la nappe parisienne souterraine, offrent un intérêt suffisant et des documents en assez grand nombre pour remplir jusqu'à 130 pages du volume.

L'analyse de l'air a porté principalement sur les teneurs en ozone, en azote ammoniacal et en acide carbonique d'échantillons prélevés dans l'atmosphère du parc de Montsouris, du centre de Paris et dans les égouts; elle a permis des comparaisons intéressantes sur la composition de l'air de ces différentes provenances.

IV. — MICROGRAPHIE. On a donné, au § 1 de ce compte rendu, le titre particulier du " Dix-septième mémoire „ compris sous ce titre d'ensemble, toujours non reproduit à la table ; car si la plupart des titres indiqués dans le cours de celle-ci ne figurent point dans le corps de l'ouvrage, en revanche celui-ci en contient quelques autres que la table ne reproduit pas. C'est sans doute pour faire compensation.

Quoi qu'il en soit, le mémoire du savant Dr Miquel se répartit,

*printemps.* Cette erreur n'est du reste pas reproduite dans le corps du volume, par l'excellente raison que le titre indiqué à la table n'y figure point.

comme ceux des années précédentes, en trois subdivisions dont deux sont constantes et ont pour objet, la première l'*Analyse microscopique de l'air* à Montsouris, à Paris et dans les égouts, la seconde, l'*Analyse micrographique des eaux*, et dont la troisième varie chaque année. Dans l'Annuaire pour 1896, elle traite *De la résistance des spores des bactéries aux températures humides, égales et supérieures à* 100°.

Pour ne pas trop allonger cette analyse, nous laisserons de côté les deux premières subdivisions dont le sujet a été suffisamment indiqué par les comptes rendus des années précédentes, et nous dirons quelques mots de la troisième.

Elle comprend les résultats d'expériences multipliées, effectuées au laboratoire de Montsouris pendant les années 1894 et 1895. — Naguère on admettait, un peu à la légère, qu'aucun organisme vivant ne pouvait résister à une température égale ou légèrement supérieure à 100°. Les partisans des générations spontanées faisaient même grand état de ce prétendu fait pour soutenir leur doctrine. Pasteur prouva qu'au contraire les germes d'un grand nombre de microbes peuvent vivre à une température de 100°, pourvu qu'elle soit humide; que certains liquides comme le lait peuvent être portés à l'ébullition sous la pression ordinaire sans être, pour autant, stérilisés. Il était donc intéressant de se livrer à des expérimentations variées sur la résistance ou la non-résistance des germes à diverses températures au-dessus de 100°. Il est donné la description de 66 expériences successives par lesquelles on a étudié la résistance des germes à des chaleurs variant de 100° à 111° (je néglige les fractions) pendant une heure, pendant une demi-heure, pendant un quart d'heure, et aussi à l'action d'un chauffage discontinu. Ce dernier ne paraît pas avoir donné de résultats pratiques satisfaisants. Pendant les expériences d'une heure, c'est à partir de 104°,7 seulement que la stérilisation était obtenue, à partir de 107°,9 dans les expériences d'une demi-heure, et à partir de 109°,1 seulement dans les expériences d'un quart d'heure.

En résumé, l'on ne doit pas compter, généralement, sur la température de 100° pour stériliser les milieux nutritifs contenant des germes qui proviennent de l'air, du sol ou des eaux, à moins que cette température n'ait été prolongée pendant cinq heures.

JEAN D'ESTIENNE.

## IX.

SUR L'ORIGINE DU MONDE, *Théories cosmogoniques des anciens et des modernes*, par H. FAYE, de l'Institut. Troisième édition. — Un vol. in-8° de XI-313 pages. — 1896, Paris, Gauthier-Villars.

La première édition de ce livre, parue en 1884, avait été l'occasion, ici-même, en janvier 1885, d'une étude spéciale, sous ce titre : *La Nouvelle théorie cosmogonique de M. Faye.* Cette nouvelle cosmogonie était en effet la partie la plus essentielle de l'ouvrage, celle qui en faisait la raison d'être et l'originalité. Une année s'était à peine écoulée, que l'éminent auteur donnait une seconde édition, considérablement remaniée et accrue, de son œuvre, y développant avec plus d'ampleur, mais sans le modifier, son système cosmogonique. Une analyse détaillée de cette seconde édition a été donnée dans la partie bibliographique du présent recueil, livraison de janvier 1886.

La troisième, qui vient de voir le jour, onze ans après la seconde, sans en être une simple réimpression, n'y a apporté, cependant, que des modifications de peu d'importance. Nous en parlerons donc brièvement.

Il importe de faire remarquer, toutefois, que la nouvelle théorie imaginée par M. Faye pour échapper aux objections et difficultés de détail que rencontre la théorie de Laplace, n'a pas été unanimement acceptée par le monde savant. Dès l'année 1886, un collègue distingué de M. Faye à l'Observatoire et à l'Institut, M. C. Wolf, publiait, sous ce titre : *Les Hypothèses cosmogoniques, examen des théories scientifiques modernes sur l'origine du monde* (1), un volume très substantiel dans lequel il prenait la défense du système de Laplace et opposait des considérations non sans valeur aux vues d'ailleurs ingénieuses et parfois séduisantes de son contradicteur. Celui-ci n'y a rien répondu ; le temps ne lui a pourtant pas manqué pour cela depuis dix ans, et l'on aurait pu penser qu'il se serait réservé sa troisième édition, celle où son livre devait revêtir, dédié à la mémoire de François Arago, " sa forme dernière et définitive ", pour discuter tout au moins les contre-propositions de son collègue. Il n'en a rien été. Le vénérable président du Bureau des longitudes se borne à constater, dans une note placée à la fin du

(1) Paris, Gauthier-Villars.

chapitre concernant Laplace, que l'hypothèse de l'illustre auteur de la *Mécanique céleste* a été défendue par son collègue à l'Institut, M. C. Wolf, avec un talent auquel il se plaît à rendre hommage. Puis il ajoute aussitôt, sans tenter même un commencement de discussion : " Néanmoins je crois devoir maintenir intégralement ma critique. „

Cette affirmation tient assurément, de la haute autorité de son auteur, une valeur considérable ; néanmoins, comme celle de l'opposant est également importante, on eût aimé à connaître les motifs pour lesquels le savant astronome du Bureau des longitudes croit devoir n'en pas tenir compte.

Comme dans les précédentes éditions, l'ouvrage commence par un magnifique hommage à l' " Idée de Dieu dans la science „, suivi d'un commentaire de la cosmogonie mosaïque, dont l'excellent esprit, les non moins excellentes intentions qu'il dénote, ne suffisent pas à empêcher de remarquer que l'éminent astronome est moins versé dans l'exégèse biblique que dans les sciences physiques et mathématiques.

Un historique assez développé des idées des anciens et des modernes sur la cosmogonie le conduit naturellement jusqu'à Laplace dont il expose le système, tout en le combattant et en signalant les côtés qui, à ses yeux, ne sauraient être admis. Cet exposé, de même que le chapitre précédent qui concerne Kant, a été presque entièrement remanié. Plusieurs passages de ces deux chapitres ont été supprimés, d'autres ajoutés, et l'ensemble refondu ; mais la pensée générale n'en est pas modifiée.

La quatrième partie, contenant l'heureuse et originale " Classification des mondes „, a été enrichie d'un important paragraphe sur les " Mouvements propres des étoiles „, qui ne figurait pas dans la précédente édition ; notre soleil, considéré dans l'ensemble de l'univers, n'est plus qu'une étoile comme les autres et n'échappe pas à leurs lois : il se dirige, comme on le sait, entraînant avec lui tout son système, vers la constellation d'Hercule avec une vitesse qui ne serait pas inférieure à 8 kilomètres par seconde, soit 15 fois, environ, celle d'un boulet de canon.

Enfin mentionnons, avant de finir, une erreur de calcul qui, signalée déjà dans la première édition, reproduite dans la seconde, n'a pas été corrigée davantage dans la troisième. Supposant, p. 227, la masse du soleil disséminée d'une manière uniforme dans une sphère d'un rayon décuple de celui de la distance de la planète Neptune à l'astre central, il en conclut que la densité

de cette masse, aujourd'hui de 1,4 comparativement à celle de l'eau, deviendrait autant de fois plus faible qu'il y a d'unités dans le cube de 64 500; et il exprime ce cube par le chiffre de *428 trillions,* au lieu de 268 trillions, l'expression $64\ 500^3$ étant rigoureusement égale à 268 336 125 000 000.

Cette erreur de détail est, ici, sans importance. Mais dès là qu'elle était signalée, il eût été si aisé de la faire disparaître.

L'ouvrage se termine, comme dans la seconde édition, par des *concordances* entre la cosmogonie de l'auteur et les données géologiques aujourd'hui admises, enfin par l'indication des conditions indispensables pour qu'une planète quelconque puisse entretenir la vie à sa surface ; c'est là un argument péremptoire à opposer aux rêveurs qui veulent placer à toute force des habitants dans tous les astres sans exception, ceux-ci en nombre soi-disant infini.

JEAN D'ESTIENNE.

## X.

ANALYSE DES ALCOOLS ET DES EAUX-DE-VIE, par H. ROCQUES. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — Petit in-8° de 198 pages; — Paris, Gauthiers-Villars et Masson.

La question de l'analyse des alcools et des eaux-de-vie offre un grand intérêt d'actualité. L'opinion publique est, en effet, vivement préoccupée des ravages produits par l'alcoolisme; et si ceux-ci sont dus principalement à la grande quantité d'eau-de-vie et de liqueurs alcoliques consommées, il sont aggravés par la mauvaise qualité de ces boissons.

M. Rocques, ancien chimiste principal au laboratoire municipal de Paris, a traité la question avec une entière compétence. Voici un aperçu du développement qu'il a donné à son sujet.

Les eaux-de-vie ou alcools naturels sont, comme on sait, obtenus par une simple distillation de jus fermentés de raisins (eaux-de-vie de Cognac, de fine Champagne, d'Armagnac, de Marmande, trois-six de Montpellier, eau-de-vie de marc de Bourgogne, etc.), de pommes et de poires (Calvados, eau-de-vie de cidre et de poiré), de cerises (kirsch), de prunes (quetsch), de canne à sucre (rhum, tafia) ou de moût fermenté d'orge et

d'autres céréales (whisky, gin, genièvre). Dans les eaux-de-vie, l'alcool reste chargé d'impuretés qui en constituent le bouquet et dont la présence doit, par conséquent, être tolérée dans une certaine mesure. Ces produits se consomment en nature et sous leur véritable nom.

Les alcools d'industrie proviennent soit de substances sucrées (alcools de betterave et de mélasse), soit de substances amylacées (alcools de grains, — maïs, orge, seigle, etc., — alcools de pomme de terre et de topinambour). Les produits de la première distillation, appelés flegmes, subissent une rectification qui en élimine les impuretés et le goût d'origine. Les produits de cette rectification sont : l'alcool mauvais goût (environ 8 p. c.), utilisé dans l'industrie; l'alcool moyen goût (30 p. c.), réservé également pour les usages industriels et parfois employé, bien à tort, à la fabrication des liqueurs telles que les absinthes; l'alcool bon goût ou neutre (62 p. c.), servant à la fabrication des liqueurs, à celle des eaux-de-vie factices, aux coupages, etc.

L'alcool éthylique et l'eau sont les éléments constituants principaux de toutes les eaux-de-vie; mais, en dehors de ces deux éléments fondamentaux, ces boissons doivent donc leur qualité, leur parfum, à d'autres corps organiques : alcools supérieurs, acides, éthers, aldéhydes, bases, huiles essentielles, pouvant préexister dans les matières premières ou se produire ultérieurement, pendant la fermentation, la distillation ou le vieillissement.

Le raisin et notamment les pépins donnent aux eaux-de-vie de vin une huile essentielle. La betterave communique aux flegmes un principe odorant très persistant et caractéristique. Les fruits à noyaux, par l'amygdaline qu'ils contiennent, donnent lieu à la présence d'acide cyanhydrique dans les kirschs et les produits analogues.

Durant la fermentation, il se forme à côté de l'alcool [illegible] (et de l'acide carbonique, de la glycérine et de l'acide [illegible] des quantités minimes d'alcools monoatomiques [illegible] (propylique, butylique, amylique, etc.), de glycol [illegible] quantités varient suivant la nature de la levure, [illegible] du moût et la température de fermentation.

C'est surtout [illegible] la distillation que [illegible] furfurol.

Le vi[illegible] t la [illegible] aux [illegible] tion [illegible]

La composition ordinaire des eaux-de-vie varie entre les limites ci-après :

| | | MINIMA | MOYENNES | MAXIMA |
|---|---|---|---|---|
| Eau | en volume p. c. | 30 | 59 | 75 |
| Alcool éthylique | " " | 25 | 40 | 70 |
| Matières extractives, | en gr. p. 100 c. c. | Traces | 0,500 | 1,500 |
| Alcool amylique et autres supérieurs | " " | Id. | 0,080 | 0,300 |
| Ethers | " " | Id. | 0,050 | 0,150 |
| Acides libres | " " | Id. | 0,050 | 0,150 |
| Aldéhydes (y compris le furfurol) | " | Id. | 0,010 | 0,050 |
| Bases azotées | " " | Id. | 0,001 | 0,002 |

L'auteur traite d'abord de la recherche qualitative des impuretés des alcools et eaux-de-vie.

Les aldéhydes sont caractérisées le mieux par le bisulfite de rosaniline, avec lequel elles donnent une coloration violette, ou par le chlorhydrate de métaphénylène-diamine, avec lequel elles donnent une coloration jaune.

Le furfurol est décelé par l'acétate d'aniline, qui produit une coloration rouge.

La recherche des alcools supérieurs s'effectue par le procédé Savalle, c'est-à-dire en observant l'intensité de coloration jaune brun obtenue sous l'action de l'acide sulfurique concentré. On opère de préférence après fixation de l'aldéhyde au moyen du chlorhydrate de métaphénylène-diamine (Girard et Rocques) ou par le phosphate acide d'aniline (Mohler).

L'analyse quantitative des alcools et eaux-de-vie comprend les opérations suivantes :

Dosage de l'alcool éthylique, au moyen de l'alcoomètre de Gay-Lussac, directement ou après distillation ;

Dosage des matières extractives; si leur proportion est élevée, dosage du sucre et recherche de la glycérine, du caramel, etc. ;

Dosage des matières volatiles autres que l'alcool éthylique : *a)* évaluation de l'ensemble de ces substances par les procédés de Röse (extraction par le chloroforme), de Traube (capillaromètre et stalagmomètre), de Gossart (homéotrope), de Savalle (coloration par l'acide sulfurique), de Barbet (réduction du permanganate potassique) ; *b)* Dosage spécial des diverses impuretés groupées par fonctions : dosage des aldéhydes et du furfurol par des procédés colorimétriques basés sur les réactions précédemment mentionnées à propos des recherches qualitatives;

dosage des éthers par saponification à l'aide d'un alcali titré ou à l'aide de la baryte ; dosage des acides par titrage alcalimétrique ; dosage global des bases par la méthode Kjeldahl, ou dosage successif de l'azote ammoniacal et de l'azote albuminoïde; dosage des alcools supérieurs par l'essai de Savalle modifié (déjà renseigné parmi les procédés d'analyse qualitative), par l'essai de Röse modifié par Stutzer et Reitmayr, par l'essai de Marquardt (extraction au moyen de chloroforme, oxydation, transformation en sels barytiques et dosage de la baryte), par le procédé de Bardy (basé sur l'emploi de l'eau salée et du sulfure de carbone).

Dans les kirschs et les autres eaux-de-vie de fruits à noyaux, il faut également doser l'acide cyanhydrique et l'aldéhyde benzoïque. Le kirsch normal contient de 0,001 à 0,010 ou 0,015 gr. d'acide cyanhydrique par 100 c. c. Théoriquement, la proportion d'aldéhyde benzoïque doit être la même.

J.-B. A.

## XI.

Le Pain : *Technologie, pains divers, altérations ;* par V. Galippe et G. Barré. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — Petit in-8° de 216 pages. — Paris, Masson et Gauthier-Villars.

Nous avons, en juillet dernier, rendu compte dans cette *Revue* d'un ouvrage de MM. Galippe et Barré traitant du pain au point de vue physiologique. Ils nous présentent aujourd'hui cette denrée au point de vue technologique.

Après avoir rappelé ce qu'était la panification chez les anciens, ils décrivent sommairement les diverses opérations de la fabrication du pain : délayage et malaxage du levain ou de la levure dans la quantité d'eau nécessaire à la préparation de toute la pâte (50 à 60 c. c. pour 100 gr. de farine), addition de sel (3 gr. environ pour un kilogr. de farine), incorporation de la farine (frasage), réunion de la pâte en une seule masse dans le pétrin (contre-frasage), pétrissage ou brassage de la pâte, découpage et pâtonnage, fleurage, achèvement de la fermentation (levage) et enfin cuisson.

Le phénomène le plus important de la panification est la fermentation panaire. Pour les uns, c'est une fermentation alcoolique résultant de l'action du levain ou de la levure sur l'amidon, la dextrine ou le sucre existant dans la farine ; pour les autres, la partie fermentescible est le gluten, qui est d'abord

rendu soluble puis peptonisé sous l'action d'une zymase sécrétée par lui, et enfin assimilé par un microbe fournissant de nombreux produits d'excrétion; le germe de ce microbe existerait normalement dans le grain de blé, et son évolution serait accélérée par la matière albuminoïde soluble que renferme la levure.

La cuisson, en portant la pâte à une température de 100 à 200 degrés, volatilise une certaine quantité d'eau, augmente la porosité du pain par la dilatation des bulles d'acide carbonique qui y sont emprisonnées, transforme l'amidon en amidon soluble et en dextrine, laquelle forme avec le gluten desséché une croûte assez dure. Le pain ordinaire perd, pendant la cuisson, 15 p. c. environ de son poids.

La mie du pain frais a une tendance à se souder à elle-même pendant la mastication et à perdre ainsi sa texture poreuse ; aussi est-elle moins digestible que celle du pain rassis, devenue plus ferme à la faveur d'une modification survenue dans le gluten. On sait qu'il suffit de repasser au four le pain rassis pour lui rendre une partie de sa fraîcheur.

Le pain de luxe ou de fantaisie est souvent additionné de lait, de beurre, d'œufs, etc.

Les petits pains à café sont rendus très spongieux en prolongeant pendant plus longtemps le travail de la pâte, de façon à lui faire absorber une plus grande quantité d'eau.

Les pains de gruau, faits avec de la farine très blanche, contiennent moins de phosphates, de matières grasses et de substances azotées que les pains préparés avec les farines ordinaires.

Pour la fabrication des pains de dextrine, la farine est additionnée de 2 à 4 p. c. de glucose ou de dextrine sucrée.

Dans les pains viennois, l'eau est remplacée en partie par du lait.

La pâte destinée à la fabrication des croissants est additionnée d'œufs.

Les auteurs rappellent ensuite la place importante qu'occupe le pain dans la ration alimentaire de l'homme. Puis ils s'occupent du pain de seigle, d'avoine, de maïs, de soja, de gluten, etc. ; des pains à la viande, au sang, au lait ; du pain bis grillé et du pain de farines torréfiées.

Un dernier chapitre est consacré aux altérations et falsifications du pain.

J.-B. A.

# REVUE

# DES RECUEILS PÉRIODIQUES

---

## GÉOLOGIE.

**La cause géologique des anomalies de la pesanteur.** — M. J. Collet (1) a fait observer que, s'il est établi que partout, au voisinage des hautes chaînes de montagnes, il se produise un déficit de pesanteur, on peut en tirer un diagnostic pour déterminer la place des chaînes anciennes, aujourd'hui rabotées par une longue érosion. D'après cela, le déficit de pesanteur constaté sur le parallèle de Bordeaux, ainsi que dans les plaines de la Russie méridionale, pourrait tenir à ce que, sur ces régions, se trouvait une des dépendances de la chaîne primaire, à laquelle M. Marcel Bertrand a donné le nom de chaîne *hercynienne*. L'érosion en a depuis longtemps fait disparaître le relief, mais sans anéantir complètement les particularités de structure et de composition qui caractérisaient ses racines.

**L'origine des schistes cristallins.** — Depuis longtemps l'origine du terrain de schistes cristallins, c'est-à-dire de gneiss et de micaschistes, donne lieu à une controverse entre deux écoles: l'une qui voit dans ce terrain l'écorce *primitive*, produit du refroidissement superficiel d'un globe originairement igné; l'autre pour qui les schistes cristallins résultent d'un *métamorphisme*, chimique ou mécanique, opéré aux dépens d'anciens sédiments,

(1) Annales de l'Université de Grenoble, t. VII, nº 1.

soit sous l'influence générale du noyau interne, soit par l'action locale des roches éruptives injectées sous pression.

Il faut reconnaître que, de jour en jour, on voit se multiplier les exemples à l'appui de la seconde manière de voir. Pour nous borner à ce qui regarde la France, les études de MM. Michel-Lévy et Barrois nous ont appris à reconnaître, dans le Plateau Central comme en Bretagne et dans le Cotentin, la généralité du phénomène des *phyllades granulitisés,* engendrant de vrais gneiss et des micachistes, non-seulement avec les phyllades du cambrien, mais avec les schistes du silurien, comme auprès de Cherbourg, et même avec les assises dévoniennes, comme c'est le cas autour du granite de Flamanville.

Voici qu'à son tour M. Bergeron (1), poursuivant ses études sur le massif ancien de la Montagne-Noire, au sud du Plateau Central, est amené à rayer du terrain archéen les gneiss et les micaschistes de ce massif. En effet, il a vérifié le passage latéral des schistes cambriens de la région, d'abord aux schistes à séricite, puis aux schistes micacés et aux gneiss, à mesure qu'on se rapproche de l'axe de la Montagne-Noire. La position de ces schistes ne fait d'ailleurs aucun doute, grâce à leur intercalation entre des bandes de calcaire cambrien non métamorphique.

Les calcaires finissent aussi par se transformer en *cornes vertes* à pyroxène, à épidote, et à amphibole, ces dernières passant aux amphibolites franches. Toutes les amphibolites du massif se raccorderaient ainsi avec les bandes calcaires extérieures. M. Bergeron a observé les mêmes phénomènes dans la région du Vigan et d'Alais.

D'après cela, il est prudent de n'attribuer la dénomination d'*archéen,* prise avec un sens chronologique, qu'aux schistes cristallins qui se montrent surmontés par la série des sédiments précambriens. Même dans ce cas, il convient de s'en tenir au mot d'archéen, qui ne préjuge rien quant au mode de formation, et de ne plus employer le mot de *terrain primitif,* qui présume trop la formation immédiate des schistes cristallins. En effet, il a pu y avoir, antérieurement au dépôt des assises dites précambriennes, des sédiments que le métamorphisme aurait rendus méconnaissables, en effaçant par cristallisation leurs caractères détritiques, en même temps que disparaissaient les traces organiques, s'il y en avait.

MM. Marcel Bertrand et Termier ont d'ailleurs été conduits,

(1) Société géologique de France, 16 décembre 1895.

par leurs études sur les Alpes, à reconnaître que la *gneissification*, si l'on peut s'exprimer ainsi, avait pu atteindre le terrain permien, peut-être même s'élever encore plus haut.

Quant à la cause de ces transformations, tantôt elle est immédiatement visible, grâce à quelque massif granitique, qui a corrodé le terrain encaissant à la manière d'un acide ; tantôt elle reste cachée dans la profondeur, ou bien semble devoir être cherchée dans le *dynamométamorphisme*.

**La limite du carboniférien et du permien.** — Tandis que, dans l'Europe septentrionale et centrale, le régime marin a été interrompu dès le dépôt du terrain houiller productif, on sait qu'en Amérique il a persisté, sur l'emplacement de l'Illinois, du Texas et du Kansas. De cette manière, à l'heure où se formaient, en Saxe et en Alsace, les dépôts continentaux du grès rouge, une suite ininterrompue de faunes marines se succédaient au centre des États-Unis, de sorte qu'il est extrêmement difficile d'y tracer une limite entre le carboniférien supérieur (étage *ouralien*) et le permien inférieur (*artinskien*).

M. Prosser (1), qui a étudié la série des calcaires et schistes fossilifères du Kansas central, propose de fixer cette limite au-dessus des schistes de Cottonwood, où *Derbya crassa* et *Meekella striato-costata* se montrent associés à *Productus semireticulatus*, surmontant un calcaire massif où abonde *Fusulina cylindrica*.

Le début du permien proprement dit serait caractérisé par l'apparition de *Pseudomonotis Hawni* et *Aviculopecten occidentalis*. Les *Monotis, Bakewellia, Pleurophorus* seraient les genres typiques du système; mais les espèces carboniférienne *Athyris subtilita* et *Productus semireticulatus* s'y retrouveraient presque jusqu'au sommet, sur une épaisseur de plus de 120 mètres.

**La flore houillère de l'Amérique du Sud.** — On sait quel intérêt s'attache à la répartition des végétaux lors de l'époque houillère, et comment MM. Neumayr et Suess ont été conduits à admettre que, lors du passage du carboniférien au permien, il devait exister un grand continent, s'étendant du Brésil à l'Australie, et caractérisé par la prédominance, dans sa flore, du genre de fougères appelé *Glossopteris*.

(1) JOURNAL OF GEOLOGY, Chicago, 1895, p. 682.

M. Zeiller (1) a pu étudier une série d'échantillons, venant de la province de Rio Grande do Sul, au Brésil, où les genres *Lepidodendron* et *Lepidophloios*, de la flore houillère boréale, sont associés à un *Gangamopteris* et à diverses espèces voisines de celles des couches à *Glossopteris* de l'Inde. Il y aurait donc en ce point une sorte de mélange des deux flores, tandis que, dans la République argentine, un gisement de la province de San Luis ne laisse plus voir que les espèces franchement caractéristiques de la flore à *Glossopteris*.

La région méridionale du Brésil pouvait donc former, au début de l'époque permienne, un trait d'union entre les deux grandes provinces botaniques qui s'étendaient alors, l'une de l'Afrique australe à l'Amérique du Sud, en englobant l'Inde et l'Australie, l'autre sur tout l'hémisphère boréal et peut-être une partie de l'Afrique centrale.

**Le Trias himalayen.** — Nous avons dit un mot, dans le numéro du 15 janvier 1896, de la richesse paléontologique que déploie le trias dans la région himalayenne. Depuis lors, un travail rédigé en commun par MM. Ed. Suess, Diener, von Mojsisovics et Waagen (2) nous a apporté, avec des détails sur les faunes successives, un essai de classification de tout le trias, uniquement basé sur le développement des genres d'ammonées. Nous signalerons surtout l'abondance des formes de cette famille dans le trias inférieur. Cet étage *werfénien* qui, en Europe, n'offre guère que le genre *Tirolites*, devient si riche en ammonées dans la province indienne que les auteurs y distinguent sept zones, réparties en deux sous-étages, conformément au tableau ci-joint :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Étage scythien | Sous-étage jakoutien | | 7. Zone à *Flemingites Flemingianus* |
| | | | 6. Zone à *Flemingites radiatus* |
| | | | 5. Zone à *Ceratites normalis* |
| | Sous-étage brahmanien | Assise gandarienne | 4. Zone à *Proptychites trilobatus* |
| | | | 3. Zone à *Proptychites Lawrencianus* |
| | | | 2. Zone à *Gyronites frequens* |
| | | Assise gangétienne | 1. Couches à *Otoceras* de l'Himalaya |

L'ensemble des zones 5, 6 et 7 correspond au *grès à cératites* du Salt Range, ainsi qu'aux couches à *Ceratites subrobustus* de l'Himalaya.

(1) Soc. géol. de France, 16 déc. 1895.
(2) Sitzungsberichte der Akad. der Wissenschaften, Wien, 1895.

Le nombre des genres d'ammonées trouvés dans le trias inférieur de l'Asie est déjà très considérable. Un seul genre, *Medlicottia*, rattache les couches à *Otoceras* au permien sous-jacent. Mais tandis qu'en Inde ces couches sont triasiques, à Djoulfa, dans l'Asie occidentale, le genre *Otoceras* est dans le permien supérieur. Dans l'Himalaya, les couches en question, où se rencontrent de nombreux *Danubites*, très voisins des *Gyronites*, passent progressivement aux schistes permiens à *Productus* ; et comme les brachiopodes de ces derniers schistes sont ceux des calcaires supérieurs à *Productus* du Salt Range, la zone à *Otoceras* de l'Himalaya vient combler la lacune qui, au sud de la chaîne, séparait le permien du trias.

**L'oligocène d'Alatyr en Russie.** — Un très-intéressant phénomène vient d'être observé par M. Pavlow (1) à Alatyr, dans la province de Simbirsk en Russie. Les argiles horizontales du néocomien y sont recoupées par un véritable dyke de grès et de sable à grains de glauconie, épais d'environ 30 à 35 centimètres, et vertical. Or le sable est fossilifère, et contient des espèces, comme *Pectunculus tenuisulcatus* et *Astarte Bosqueti*, qui doivent le faire attribuer, selon l'auteur, à l'oligocène inférieur. M. Pavlow pense que, lors de l'invasion, par la mer tertiaire, du territoire qui était émergé depuis la fin des temps crétacés, un tremblement de terre a fait pénétrer dans une crevasse les sables des dépôts oligocènes en voie de formation. Après quoi l'érosion a enlevé tout ce qui n'était pas tombé dans la fente, de sorte que, sans cette chute, on ignorerait complètement que la région ait été envahie par la mer oligocène.

**Les plis couchés des Alpes.** — Bien des fois, dans les Alpes, on rencontre, au sommet de certaines cimes de roches cristallines, des paquets d'assises jurassiques horizontales. La plupart du temps, on les a considérés comme des sédiments qui se seraient déposés, en discordance, sur la tranche des schistes archéens, et dont l'horizontalité aurait été respectée par le soulèvement, grâce à la rigidité du substratum. Telle est, en particulier, l'explication qu'on donnait de la structure du Mont-Joli, près de St-Gervais, où des schistes noirs liasiques, presque horizontaux, se succèdent sur plus de 1000 mètres de hauteur à partir du sommet.

(1) Geological Magazine, 1896, p. 50.

MM. Marcel Bertrand et Ritter (1) ont montré qu'au milieu de cette série s'intercalaient plusieurs retours de quartzites et de cargneules du trias. En réalité, la montagne est formée par la partie horizontale de cinq plis couchés rabattus les uns sur les autres, plis dont la charnière a été enlevée par l'érosion, et dont la racine se trouve, au-delà du col du Mont-Joli, dans le massif d'Outray. Là, on voit les plis se redresser, devenir presque verticaux, et s'enfoncer en coin dans les schistes cristallins, dont les sépare toujours, non-seulement le trias, mais un ruban de terrain houiller.

Ces plis font donc partie de la grande série de plis couchés à laquelle appartient le couronnement de la Dent du Midi.

**La géologie de la Calabre.** — Au nombre des descriptions régionales récemment publiées, il en est une qui mérite une mention particulière : c'est celle de la Calabre, par M. Cortese (2). Ce travail est accompagné d'une carte au 500 000e, réduction des feuilles au 50 000e que l'auteur a relevées de 1883 à 1890. Mais ce qui en fait le principal intérêt, c'est la série des coupes coloriées, au nombre de 15, à des échelles variant entre le 50 000e et le 100 000e, sans exagération des hauteurs ; c'est aussi la suite de vues perspectives des côtes calabraises, qui occupe deux planches, et où les couleurs géologiques sont superposées à des croquis fort bien dessinés, qui donnent une idée remarquablement nette des formes du pays. Ces diverses planches sont exécutées avec beaucoup de perfection.

Les coupes mettent bien en évidence la constitution de l'Apennin méridional, avec ses plissements modérés, qui, d'ordinaire, n'affectent pas de couches plus jeunes que l'éocène supérieur, et les fractures qui accompagnent surtout le versant oriental de la chaîne. On y voit très clairement la discordance du pliocène sur tous les autres terrains, ainsi que les effets des soulèvements locaux qui, en certains points, ont porté à 1000 mètres d'altitude, sans en déranger l'horizontalité, les sables jaunes du pliocène supérieur marin.

Un fait à signaler est la grande épaisseur que possèdent, sur les confins de la Calabre et de la Basilicate, les formations calcaires et dolomitiques du trias et du lias. Le trias, en particulier,

(1) Comptes rendus, t. CXXII, 10 février 1896.

(2) *Descrizione geologica della Calabria ;* Memorie della Carta geol. d'Italia, IX, Rome, 1895.

n'aurait pas moins de 2000 mètres ; encore les étages supérieurs seraient-ils seuls représentés. Les calcaires du lias moyen ont 500 mètres ; et comme, parfois, les calcaires crétacés à hippurites viennent s'y superposer, on comprend que le massif du Monte Pollino forme un véritable désert calcaire, aux cimes anguleuses, aux gorges profondes, offrant plusieurs des caractères du Karst illyrien.

Le facies calcaire s'étend d'ailleurs au jurassique tout entier. De nombreuses plaques de calcaire et de dolomie sont superposées aux phyllades de l'archéen dans toute la Calabre, marquant la place de récifs qui se développaient autour des îlots archéens de la région.

**Mécanique des plissements terrestres.** — L'étude stratigraphique détaillée, que le progrès des exploitations rend possible dans les bassins houillers disloqués, est éminemment propre à faire connaître les lois qui président aux plissements terrestres. M. Bailey Willis (1) et M. Smith Lyman (2) ont tiré, à cet égard, un excellent parti des documents recueillis dans la région des Appalaches. Il ressort de leurs travaux que le développement des plis, dans une région soumise aux effets de la contraction terrestre, dépend surtout de la facilité avec laquelle certaines assises, prédestinées par leur résistance (et que M. Bailey Willis appelle *compétentes),* transmettent la pression reçue. Ce sont ces assises qui déterminent les plis principaux. Mais, dans les intervalles, d'autres couches moins résistantes, ou subissant des variations de composition, d'épaisseur, ou de charge surincombante, peuvent éprouver des plis subordonnés, qui ne se répercutent ni au-dessus ni au-dessous, et se transforment en failles, généralement inverses, quand la limite de résistance est dépassée par l'effort.

M. Lyman affirme que, dans le bassin à anthracite de Pennsylvanie, la moitié des plis principaux sont symétriques, de sorte que le renversement qui ferait plonger les couches de préférence au nord serait beaucoup moins général qu'on ne l'admettait autrefois.

Nous croyons devoir ajouter que les bassins houillers, en vertu même de leur mode de formation, sont particulièrement désignés

(1) *Mechanics of Appalachian Structure.* U. S. Geol. Survey, 12th Annual Report.

(2) Amer. Institute of Mining Engineers, *Atlanta Meeting,* 1895.

pour la production de plis subordonnés, intéressant plutôt les schistes avec houille que les grandes assises sédimentaires qui encadrent les faisceaux de veines de charbon. En effet, ces dépôts se sont formés dans des deltas, où l'épaisseur et la composition des groupes d'assises subissent des variations assez rapides. De là des différences de résistance, qui doivent se traduire en plis secondaires.

A. DE LAPPARENT.

---

## CHIMIE.

**L'hélium, élément terrestre.** — Les grands succès de l'année chimique appartiennent presque tous à la chimie inorganique. Au commencement de l'année 1895, lord Rayleigh et M. Ramsay, nos lecteurs le savent, ont découvert l'argon. Quelques mois plus tard, M. Ramsay isolait un autre élément, l'hélium. Découvert dans une terre rare appelée *clévéite* (1), ce gaz a attiré sur lui, dès son apparition sur la scène scientifique, l'attention des chimistes et surtout des astronomes.

M. W.-F.-H. Hillebrand avait signalé dans la clévéite la présence d'une dose sensible d'azote susceptible d'être dégagé sous l'influence des acides. M. Ramsay regardait comme très douteux qu'un corps quelconque pût donner de l'azote libre après traitement par un acide. Espérant, d'autre part, trouver une méthode pour faire entrer l'argon en combinaison (car M. Hillebrand avait constaté dans la clévéite un rapport défini entre l'azote et l'oxyde d'urane), le savant chimiste se mit à examiner le gaz.

Il ne fut pas peu surpris, à l'examen spectral du corps obtenu, de reconnaître, à côté du spectre de l'argon, un autre spectre dont la ligne jaune, très brillante, ne coïncidait pas avec les lignes $D_1$, $D_2$ du sodium, mais en était très rapprochée. M. Crookes et plusieurs autres savants à sa suite en déterminèrent la longueur d'onde. On reconnut que la nouvelle ligne correspondait parfaitement à la ligne $D_3$ de l'hélium (Angström 5874,9 ; Crookes 5876,0 ; De Forest Palmer 5875,939). Le corps hypothétique des

(1) La *clévéite* ou *clévite*, minéral découvert par Nordenskiöld, est formée d'oxyde d'urane, d'oxyde de plomb, et de 13 p. c. de terres rares.

astronomes entrait donc dans le monde des réalités. Ce fut un nouveau et magnifique succès pour l'analyse spectrale appliquée à l'étude des corps célestes.

Presque en même temps, M. Langlet, élève de M. Cleve à l'université d'Upsal, parvenait, lui aussi, à séparer le gaz de la clévéite. Le spectre, examiné par M. Thalén, laissait voir également la raie jaune de l'hélium.

Cependant on éleva d'abord quelques doutes sur l'identité de $D_3$ avec la ligne nouvelle ; mais les recherches ultérieures de MM. Crookes, Runge et Paschen, Norman Lockyer, Deslandres, etc., ont établi la coïncidence parfaite des deux raies.

Sans nous attarder plus longtemps à ces travaux qui sont plutôt du domaine de la physique et de la chimie stellaires, nous allons brièvement donner les principaux détails qui concernent davantage notre branche.

L'hélium se trouve dans une foule de terres rares contenant toutes des sels ou des oxydes d'uranium, d'yttrium ou de thorium : l'yttrotantalite, la tantalite, la fergusonite, la polycrase, la monazite, l'orangéite, etc. Les sources les plus abondantes sont la clévéite et la bröggerite.

M. Bouchard et M. Moureu l'ont également découvert dans certaines eaux minérales ; M. Ramsay, dans le fer météorique. Le Dr Palmieri avait déjà vu, en étudiant les gaz sortant de la lave du Vésuve, une raie de longueur d'onde égale à $D_3$. Les déjections des profondeurs du globe, aussi bien que la surface du soleil, contiennent donc de l'hélium. Il n'existe pas dans l'atmosphère qui nous entoure, ou s'il s'y trouve, c'est en quantités tout à fait inappréciables. M. H. Kaiser l'a cependant remarqué dans l'atmosphère de Bonn, sans doute à cause du voisinage des nombreuses sources minérales du Siebengebirg.

La densité du nouveau gaz est, d'après M. Ramsay, 2,13 (hydrogène = 1), d'après M. Langlet 2,02. La réfrangibilité de l'hélium, rapportée à celle de l'air, est 0,146 ; sa viscosité 0,96. Son coefficient de dilatation est sensiblement le même que celui de l'air. Son point critique est situé en dessous de — 250°. A 18°, un volume d'eau dissout 0,0073 vol. d'hélium. Il est insoluble dans l'alcool absolu et la benzine. De tous les gaz connus, il est donc le moins soluble. Le rapport $\frac{C}{c}$ des chaleurs spécifiques, déterminé par une mesure de vitesse du son, est égal à 1.652, valeur qui se rapproche suffisamment de la valeur théorique 1,66. Le nouvel

élément serait en conséquence monoatomique et aurait comme poids atomique 4,26 ou 4.04 (1).

Comme l'argon, l'hélium est fortement inerte. Toutefois MM. Troost et Trouvard croient avoir combiné ces deux gaz avec le magnésium sous l'influence prolongée de fortes effluves électriques. MM. Nasini et Anderlini disent y être parvenus par la seule action de la chaleur.

L'hélium est donc un élément monoatomique; mais ce que l'on a décoré de ce nom, est-ce bien un corps complètement isolé et non un mélange de plusieurs gaz monoatomiques comme lui? Les spectres différents obtenus par les expérimentateurs, la détermination des densités difficile et aboutissant à des résultats s'accordant fort peu, les propriétés du gaz variant avec la source dont on l'a tiré, tout semble indiquer que l'on a affaire à un mélange et non à une masse homogène. M. E. A. Hill, en étudiant les cinq spectres attribués par Crookes à l'hélium de diverses provenances, va jusqu'à dire qu'il y aurait ici l'apparition de quinze éléments nouveaux; mais, d'après MM. Runge et Paschen, il n'y a dans tous ces spectres que cinq lignes qu'ils n'ont pu identifier avec celles de l'hélium et du gaz X, ou avec celles d'impuretés telles que le carbone, le magnésium, etc.

Nous venons de nommer le gaz X. C'est le nom donné par les deux chimistes à un élément hypothétique qui accompagne l'hélium. Si l'on étudie les spectres de l'argon et de l'hélium, on est étonné de rencontrer dans les deux spectres plusieurs raies absolument identiques, qui semblent indiquer la présence d'un élément commun dans ces deux gaz. D'autre part MM. Runge et Paschen, en opérant sur du gaz retiré de cristaux de clévéite très pure, ont été amenés par des vues théoriques, qu'ils ont ensuite confirmées par l'expérience, à reconnaître dans l'hélium deux éléments, ni plus ni moins : l'un (le plus lourd, d'après eux) est l'hélium, l'autre plus léger doit encore recevoir un nom. Ils sont même parvenus à séparer plus ou moins ces deux gaz par diffusion à travers un tampon d'asbeste. M. Norman Lockyer a repris ces expériences, mais en conservant dans les deux gaz la même pression, condition qui n'était pas réalisée dans l'expérience des professeurs de Hanovre. Il a reconnu que l'hélium est plus léger que l'autre gaz inconnu.

(1) La conduite de l'hélium soumis à la décharge électrique semble montrer aussi qu'il est monoatomique ; l'argon au contraire se montre diatomique dans ces circonstances.

S'il en est ainsi, il est parfaitement inutile de vouloir, dès maintenant, faire entrer l'argon et l'hélium dans une classification chimique se basant sur les poids atomiques. Encore moins doit-on, comme certains savants, rejeter telle ou telle de ces classifications à cause des anomalies apparentes qui se rencontrent dans cette nouvelle classe de corps. Tout au plus peut-on faire quelques suppositions. Ainsi, si le lecteur veut se reporter aux classifications de Mendelejeff et de Lecoq de Boisbaudran, (REVUE DES QUEST. SCIENT., juillet 1895, pp. 181 et 185), il verra que, dans la première, l'argon supposé diatomique pourrait se placer dans le 8e groupe, 2e série, immédiatement après le fluor; l'hélium, dans la 1e série, au-dessus de l'azote; le gaz X, dans la même série, au-dessus de l'oxygène ou du fluor; — dans la classification de Lecoq de Boisbaudran : l'argon en $\gamma$, l'hélium en $\beta$ ou peut-être en $\alpha$, et le gaz X peut-être en $\beta$. D'après M. Gladstone, l'hélium et le gaz X trouveraient leurs places dans la table de Mendelejeff dans le premier groupe, entre l'hydrogène et le lithium. Dans ce groupe, tel qu'il est connu aujourd'hui, on remarque entre les poids atomiques des divers éléments des différences croissantes : 6, 16, 16, 26, etc. Si l'on suppose que les poids atomiques des deux nouveaux gaz soient 2 (?) et 4, les différences deviennent : 1, 2, 3, 16, 16, 26, etc. Ce qui porte le savant anglais à ranger ces corps hypothétiques dans le premier groupe, c'est que, selon la remarque de M. Johnstone Stoney, comme tous les métaux qui appartiennent à ce groupe, ils présentent dans leur spectre une triple série de lignes, phénomène qu'on ne retrouve point dans l'analyse spectrale des autres éléments.

Mais comment se fait-il que l'hélium, si léger, ne se rencontre pas dans l'atmosphère? On peut se poser la même question pour l'hydrogène. Voici comment M. Johnstone Stoney répond à l'une et à l'autre. La vitesse du mouvement moléculaire propre de l'hydrogène est trop grande pour qu'il puisse exister libre dans l'air, et, s'il venait à s'y trouver, il ne tarderait pas à quitter notre globe pour émigrer vers un corps céleste exerçant une attraction gravitationnelle assez grande pour le retenir. Pour ceux à qui ne plaît point la théorie cinétique des gaz, ils peuvent croire avec M. F. C. Philipps qu'on trouverait l'hélium en compagnie de l'hydrogène et du méthane dans les couches supérieures de l'atmosphère.

Selon M. Deslandres, il n'y a plus qu'une seule radiation permanente de l'atmosphère solaire qui n'ait pas été reconnue sur la terre : la raie verte ($\lambda = 5311,6$), appelée raie de la couronne. Elle est spéciale aux régions plus élevées et semble donc appartenir à un gaz plus léger que l'hydrogène, et auquel les astronomes ont déjà donné le nom de *coronium*. A quand sa découverte?

**Combinaison directe de l'azote atmosphérique avec les métaux.** — Les azotures métalliques étaient peu connus jusqu'ici, mais la découverte de l'argon a donné une grande impulsion à l'étude de ces corps. C'est que, pour obtenir ce nouveau gaz, il faut le séparer de l'azote en faisant entrer ce dernier en combinaison avec divers métaux tels que le magnésium.

Les premiers composés de cette nature qui aient été formés sont les azotures préparés en 1878, par J. Pellat Rickman. En chauffant du coke avec une base fixe au contact de l'air, il s'aperçut qu'il se produisait, en très minime quantité, un corps renfermant de l'azote et le métal de la base. La mousse de platine, chauffée à haute température, lui donnait dans ces mêmes circonstances les mêmes résultats. Wigled et Geuther, les premiers, firent l'étude sérieuse d'un azoture, l'azoture de magnésium $Mg_3N_2$, composé qui a joué un rôle si important dans la découverte de l'argon. M. Mallet observa plus tard que le magnésium en brûlant lentement à l'air donne lieu à la formation non seulement d'oxyde, mais aussi d'une poudre grise dans la constitution de laquelle entre l'azote. En chauffant au rouge le magnésium dans un faible courant d'air, M. Méry a obtenu de minimes quantités d'azoture. M. Hinkler en a obtenu davantage en mélangeant la magnésie au magnésium. MM. Rossel et Frank placent par couches, dans un creuset de porcelaine, du carbure de calcium pulvérisé et du magnésium en poudre fine. En chauffant le creuset à la flamme d'un bec Bunsen, ils provoquent la combustion du carbone et du calcium, l'anhydride carbonique et la chaux prennent naissance dans la réaction ; une vive incandescence se produit et, après refroidissement, la presque totalité du magnésium est transformée en azoture $Mg_3N_2$. L'aluminium, le zinc, le fer et même le calcium, mélangés par couches en poudre fine avec le carbure de calcium pulvérisé, donnent tous lieu à une réaction analogue. D'après les deux chimistes, ces corps se décomposent, au contact de l'eau, en dégageant de l'ammoniaque.

M. Limb, en faisant réagir à température modérée le sodium sur le fluorure double de sodium et de baryum ou sur le fluorure simple de baryum, obtient une substance grise qui n'est, d'après lui, que du baryum réduit. Ce dernier absorbe énergiquement l'azote atmosphérique. M. Maquenne prépare les azotures alcalino-terreux plus facilement encore. Il chauffe dans un tube en verre vert quelques grammes d'un mélange de magnésium et de chaux (ou de baryte, ou de strontiane) pure en poudre. Il obtient ainsi les azotures de calcium, de baryum et de strontium, répondant à la formule $R_3 N_2$.

Mais le métal qui semble avoir le plus d'affinité pour l'azote est le lithium. D'après M. Deslandres, ce métal, qui absorbe l'azote rapidement et même avec incandescence à une température inférieure au rouge sombre, l'absorbe également mais avec moins de rapidité à froid. M. Guntz, qui a fait de ce métal une étude spéciale, a remarqué que la réaction à froid se produisait surtout dans l'air humide. L'azoture de lithium, $Li_3N$, est un corps rouge-brun, brûlant avec étincelles lorsqu'on le frotte à la lime, ou qu'on le broie dans un mortier. Les surfaces froides de lithium ne tardent pas à se couvrir d'un enduit noir d'azoture, provenant de l'absorption de l'azote atmosphérique.

**Les métaux réfractaires.** — Les progrès de l'électrométallurgie dans ces dernières années sont presque incroyables. Les méthodes industrielles se sont perfectionnées sans cesse. Les méthodes de laboratoire ne sont pas restées en arrière. On connaît le four électrique de M. Moissan et tous les services qu'entre les mains de son inventeur il a rendus déjà à la chimie depuis sa découverte. C'est au moyen de cet appareil qu'a été réalisée la production du diamant, la cristallisation des oxydes métalliques, la réduction des oxydes réputés irréductibles, la fusion des métaux dits réfractaires, la distillation de la chaux, de la silice, du zircon, enfin la volatilisation rapide de métaux tels que le platine, le cuivre, l'or, le fer, le manganèse, l'aluminium, l'uranium.

M. Moissan s'est appliqué dans ces derniers mois à l'étude de plusieurs corps simples mal connus.

Si le chrome n'occupe pas aujourd'hui dans l'industrie une place privilégiée, cela tient à la difficulté de sa préparation. On n'est jamais arrivé à le produire en quantités notables, et lorsqu'on a voulu utiliser ses importantes qualités pour la fabrication des aciers chromés, il a fallu préparer un alliage de fer et de

chrome très riche en carbone, le ferrochrome. Mais à l'aide du four électrique, on a pu réduire le sesquioxyde de chrome et obtenir ainsi en abondance une fonte de chrome qui donne à l'affinage le chrome pur. Ce métal, bien différent de celui qu'on avait obtenu jusqu'ici, peut se limer comme le fer et prendre un très beau poli. Il est inoxydable et plus infusible que le platine. Les alliages chromés présentent aussi de grands avantages. Le cuivre pur, par exemple, allié à 0,5 p. c. de chrome, prend une résistance presque double, et cet alliage s'altère moins que le cuivre pur au contact de l'air humide.

Le molybdène s'obtient en soumettant à l'action du four un mélange d'oxyde de molybdène et de charbon. La fonte obtenue s'affine par une nouvelle chauffe en présence d'un excès d'oxyde de molybdène. Ce métal fondu possède un grain très fin et une surface brillante. Il peut se limer et, au rouge, se forger sur l'enclume.

Le tungstène est un métal plus infusible encore que le chrome et le molybdène. Il s'obtient sans difficulté au four électrique.

Les oxydes d'uranium sont irréductibles par le charbon aux températures ordinaires des fourneaux, mais l'électricité les réduit sans peine. On obtient un lingot métallique à cassure brillante d'une grande dureté. S'il est légèrement carburé, ce métal fait feu au contact d'un silex. Les parcelles arrachées brûlent avec une intensité et une énergie beaucoup plus grandes que celles données par un morceau de fer.

De tous les corps étudiés par M. Moissan, celui qui s'est montré le plus réfractaire est le titane. Avec un courant de 100 ampères et 50 volts, un mélange de charbon et d'acide titanique a donné le protoxyde de titane ; avec un courant de 300 amp. et 70 volts, on n'a obtenu que l'azoture de titane. Sous l'action de courants plus puissants, 1000 amp. et 60 volts, on a pu préparer un carbure cristallisé, et enfin le véritable titane. Les poudres grises que l'on décore de ce nom ne rappellent en rien le métal pur. Ce corps prend feu dans le fluor ; il ne décompose l'eau qu'au rouge vif, et il possède la curieuse propriété de brûler dans l'azote à haute température. L'azoture de titane a été étudié par Friedel et Guérin. Le titane se combine avec facilité au carbone et au silicium. M. Ramsay a constaté que l'argon n'exerçait aucune action sur ce métal pas plus que sur les autres.

Le point de fusion du titane est très élevé ; cette propriété le rapproche du carbone. Il s'en distingue cependant en ce que, à la pression ordinaire et à une très haute température, 3500°

d'après M. Violle, le carbone se volatilise sans se fondre ; le titane, au contraire, passe d'abord par l'état liquide.

**Les carbures métalliques et leur action sur l'eau.** — On se rappelle qu'en 1894 M. Moissan découvrit le carbure de calcium qui, par son action sur l'eau, produit l'acétylène $C_2H_2$. Depuis lors de nombreux carbures ont été formés au laboratoire électrique de M. Moissan par lui et par ses aides. Tous ces corps se distinguent par les réactions singulières qui prennent naissance lorsqu'ils viennent en contact avec l'eau.

Les métaux alcalins donnent des carbures en $C_2R'_2$ ; les métaux alcalino-terreux, des carbures en $C_2 R''$. Au nombre de ces derniers se trouve le carbure de calcium $CaC_2$, corps déjà bien connu. Le carbure de lithium, $Li_2 C_2$, est une matière blanche à cassure cristalline, transparente (ce en quoi elle se distingue des autres carbures métalliques). A froid, l'eau donne lieu à un dégagement rapide d'acétylène pur. A 100°, la réaction est violente. Un kilogramme de carbure de lithium fournit 587 litres de gaz, soit environ 250 litres de plus que le carbure de calcium.

Une seconde classe de ces composés produit au contact de l'eau le méthane $CH_4$. A cette classe appartiennent les carbures d'aluminium $C_3 Al_4$, et de glucinium $CGl_2$.

Le manganèse forme avec le carbone un composé $CMn_3$, étudié déjà par MM. Troost et Hautefeuille. Sous l'action de l'eau, ce corps s'est transformé en hydroxyde et a dégagé un gaz brûlant avec une flamme peu éclairante. L'analyse de ce gaz a décelé la présence, en quantités presque égales, du méthane et de l'hydrogène.

Le cérium, l'yttrium et le lanthane ont fourni des carbures analysés le premier par M. Moissan, les deux autres par M. Petterson. Ils sont de la formule générale $C_2 R''$. Le carbure de cérium se présente sous forme d'un culot homogène à cassure cristalline, il se délite à l'air et dégage une odeur fortement alliacée qui rappelle celle de l'allylène. Sous l'action de l'eau apparaît un hydrate de cérium, blanc tant qu'il reste sous l'eau, mais qui tourne au " lie de vin " à l'air libre ; en même temps se dégage un mélange d'acétylène $C_2 H_2$ (75 p. c.), d'éthylène $C_2 H_4$ (4 p. c.) et de méthane $CH_4$ (21 p. c.). Plus l'eau est froide, plus la proportion d'acétylène croît aux dépens des deux autres gaz. Les carbures d'yttrium et de lanthane ont la même action sur l'eau, mais ils dégagent en outre de l'hydrogène en petites quantités.

Le zirconium peut former deux composés carbonés, $C_2Zr$ étudié par M. Troost, et CZr préparé par M. Moissan. Ce dernier, de couleur grise et d'aspect métallique, offre ceci d'intéressant que, contrairement à tous les autres carbures des métaux, l'eau est sans action sur lui. Les acides mêmes et les alcalis ne l'attaquent que très difficilement.

Restent deux autres carbures, le carbure de thorium $C_2Th$ et le carbure d'uranium $C_2Ur_2$, qui présentent une réaction toute particulière lorsqu'on les met en contact avec l'eau. Le carbure d'uranium est une masse à cassure cristalline, d'un aspect rappelant le bismuth, moins dure que les autres carbures métalliques. Comme l'uranium, il donne des étincelles lorsqu'on le frappe avec un corps dur. L'action de l'eau est très curieuse. Elle donne lieu à un dégagement de gaz assez lent, mais qui s'accélère si l'on n'ajoute que peu d'eau, ou si l'on abaisse la température. Le carbure se transforme en un hydroxyde vert qui devient presque noir à l'air libre. Mais l'analyse des gaz obtenus (acétylène 0,5 p. c., éthylène 6 p. c., méthane 79,5 p. c., hydrogène 14 p. c.) montre que les deux tiers environ du carbone manquent pour retrouver la quantité qui se trouvait dans le carbure employé. Où donc est le reste ? Il s'est formé toute une série d'hydrocarbures liquides et solides, qui laissent, après leur distillation, un résidu bitumineux. L'analyse complète de ces produits n'est pas encore achevée. Le carbure de thorium donne lieu aux mêmes réactions; mais la quantité d'hydrocarbures liquides et solides formés est moins considérable.

Certes, s'il fallait encore des traits d'union entre la chimie organique et la chimie inorganique, en voilà un plus frappant que tous les autres. Peut-être aussi cette singulière réaction viendra-t-elle jeter un peu de lumière sur les combinaisons chimiques qui se forment au sein de la terre et viennent se dégager à la surface. Remarquons toutefois qu'il ne serait pas impossible que cette complexité des réactions du carbure d'uranium en face de l'eau ne soit due à ce que ce composé n'ait pas été préparé dans un état de pureté suffisante.

**La valence du glucinium.** — A la séance du 7 octobre 1895, M. P. Lebeau présentait à l'Académie des sciences de Paris une note sur un carbure de glucinium. Ce carbure, obtenu en chauffant au four électrique un mélange de glucine et de charbon, se rapprochait tellement par ses propriétés du carbure d'aluminium

$C_3 Al_4$, que l'expérimentateur se crut autorisé à donner au nouveau composé une formule analogue $C_3 Gl_4$. Il ressuscitait ainsi une question déjà bien débattue, à savoir la valence du glucinium.

L'analyse du carbure obtenu lui avait en effet donné comme moyenne :

| | |
|---|---|
| Gl | 60,53 |
| C | 39·47 |

Pour attribuer au carbure de glucinium la formule $C_3 Gl_4$, il devait donc donner à cet élément le poids atomique 13,8 (Berzelius: 13,48), au lieu de 9,102 qu'on lui assigne d'ordinaire aujourd'hui. Dans ces conditions, la glucine serait un sesquioxyde $Gl_2O_3$, et non un monoxyde GlO ; le glucinium serait trivalent et non bivalent.

On peut opposer à cette manière de voir l'expérience de MM. Nilson et Petterson (1884), dans laquelle ces deux savants déterminèrent la densité de vapeur du chlorure de glucinium. De 686° à 800°, elle fut trouvée d'accord avec la formule $Gl\,Cl_2$ et non $Gl\,Cl_3$ ou $Gl_2\,Cl_6$. A la fin de décembre 1894, M. A. Combes avait d'ailleurs apporté à la bivalence du glucinium une confirmation expérimentale de grande valeur. D'après ses recherches, l'acétyl-acétone $CH_3.\,CO.\,CH_2.\,CO.\,CH_3$ possède un atome H et un seul remplaçable par un élément métallique. Les combinaisons que l'on obtient ainsi sont toutes solides, cristallisées, bien définies et volatiles ; on peut facilement mesurer leur densité de vapeur et, par conséquent, connaître avec certitude leur poids moléculaire. Ces composés répondent aux formules globales $(C_5 H_7 O_2)\,M'$, $(C_5 H_7 O_2)_2.\,M''$ et $(C_5 H_7 O_2)_3.\,M'''$.

Voilà donc un critérium de la valence assez infaillible pour qu'on puisse y ajouter foi. Or, la formule du dérivé glucinique est $(C_5 H_7 O_2)_2.\,Gl$, tandis que l'acétyl-acétonate d'aluminium a pour formule $(C_5 H_7 O_2)_3.\,Al$. De cette expérience il semble résulter que la glucine a pour formule Gl O et qu'en conséquence le glucinium est bivalent.

D'ailleurs, comme l'a très bien fait remarquer M. L. Henry, ce ne sont pas quelques analogies rencontrées dans les propriétés du carbure de glucinium et du carbure d'aluminium qui suffisent pour faire donner au premier de ces éléments un poids atomique en contradiction avec des expériences si positives. Nombreux sont les composés qui présentent dans leurs réactions de profondes analogies et qui pourtant ont une constitution moléculaire différente. Il suffit de comparer la magnésie MgO,

l'alumine $Al_2O_3$ et la silice $SiO_2$, trois oxydes qui présentent sans nul doute de très grandes ressemblances entre eux. Est-il pour cela un seul chimiste qui ait l'intention de ramener la formule de ces trois corps à une forme identique, et de changer ainsi les poids atomiques admis pour le magnésium, l'aluminium et le silicium ?

Nous pouvons donc conclure que la bivalence du glucinium semble aujourd'hui parfaitement établie. Son poids atomique est 9,102 et non 13,480. Cette valeur s'accorde d'ailleurs très bien avec les résultats de l'analyse faite par M. P. Lebeau :

| Trouvé par l'analyse : | | Calculé pour $C_3Gl_4$ (Gl=13,48) | Calculé pour $CGl_2$ (Gl=9,102) |
|---|---|---|---|
| Gl | 60,53 | 60,03 | 60,33 |
| C | 39,47 | 39,97 | 39,67 |

**Séparation qualitative du nickel et du cobalt.** — Dans le courant de l'année dernière, M. A. Villiers a publié une série de notes très intéressantes sur les sulfures métalliques. Au cours de ces recherches, il s'est vu amené à reconnaître, dans la plupart d'entre eux, au moment de leur formation sous l'action des sulfures alcalins, un état différent de celui qu'ils possèdent après précipitation ; il a donné à cette manière d'être spéciale le nom d'*état protomorphique*. L'exposé de tous les résultats obtenus par M. Villiers nous entraînerait trop loin ; nous n'en citerons qu'un des principaux et des plus pratiques.

Pour peu qu'on ait fait quelques pas dans la chimie analytique, on sait la difficulté que présente la séparation du nickel et du cobalt. Les meilleures méthodes proposées jusqu'ici sont longues et difficiles. L'état protomorphique fournit une réaction très sensible qui différencie complètement entre eux les sulfures de cobalt et de nickel.

Lorsqu'on mélange un précipité de sulfure de nickel avec du sulfure ou de l'hydrosulfure d'ammonium ou de sodium, si ces réactifs sont fortement chargés de soufre, le sulfure de nickel se dissout en grande partie, et la liqueur filtrée devient noire ou brune ; s'ils sont exempts de soufre, et qu'on empêche l'accès de l'air pendant la filtration, le liquide passe incolore, et le sulfure de nickel reste en totalité dans le filtre.

Mais si c'est au moment de sa formation qu'on fait réagir le sulfure de sodium sur le sulfure de nickel, il en va tout

autrement. Versons dans la solution d'un sel de nickel un excès de soude, additionnée d'acide tartrique afin d'empêcher la précipitation de l'oxyde de nickel par l'alcali. En faisant arriver alors un courant de gaz sulfhydrique, il ne se produit pas de précipité, mais le sulfure métallique se dissout à mesure qu'il se forme, et la solution devient tout à fait noire.

Le sulfure d'ammonium, au contraire, ne dissout pas la moindre quantité de sulfure de nickel au moment de sa formation, à moins qu'il n'y ait du soufre en liberté.

La rapidité avec laquelle le sulfure de nickel se transforme dans sa variété insoluble augmente avec l'élévation de la température. En opérant à l'ébullition, par exemple, la majeure partie du sulfure se précipite. Par contre, la solution que l'on obtient à froid jouit d'une grande stabilité et on peut la soumettre à l'ébullition indéfiniment, sans déterminer la séparation du sulfure.

Arrivons-en au cobalt. Si l'on fait passer de l'acide sulfhydrique dans une solution d'un sel de ce métal additionnée de soude et d'acide tartrique, le cobalt se précipite complètement à l'état de sulfure, contrairement à ce qui a lieu pour les sels de nickel, et l'on constate que la liqueur, une fois saturée d'hydrogène sulfuré, passe entièrement incolore.

Le sulfure de cobalt, au moment de sa mise en liberté, est donc incapable de se dissoudre dans le sulfure alcalin ; ou bien, ce qui paraît plus probable, il se transforme en sa modification définitive avec une vitesse telle qu'il échappe à l'action du dissolvant. Ce qui semble le prouver, c'est que dans le cas d'une solution cobaltique très étendue, le sulfure formé se dissout.

De ces différences très nettes que l'on constate dans l'action du sulfure de sodium sur les sels de nickel et de cobalt, on peut tirer une méthode de séparation qualitative de ces deux métaux, facile et sensible à la fois. La liqueur pouvant contenir le nickel et le cobalt est additionnée d'acide tartrique et de soude caustique; on la soumet ensuite jusqu'à refus à un courant de gaz sulfhydrique. En l'absence complète de nickel, le filtrat est incolore. Sa présence est, au contraire, manifestée par la coloration noire ou brune de la liqueur, selon que le nickel se trouve en quantités plus ou moins considérables; s'il n'y en a que des traces, la coloration est encore sensible. La réaction peut indiquer la présence de quelques millièmes de nickel dans un sel de cobalt. Malheureusement, devant une grande quantité de sulfure de cobalt, un peu de sulfure de nickel se précipite, et réciproquement, devant un grand excès de sulfure de nickel, un peu de

sulfure de cobalt est entraîné dans la dissolution, si bien que cette méthode, toute précieuse qu'elle soit, ne peut être jusqu'ici employée pour la séparation *quantitative* des deux métaux.

**Nouveau pyromètre de précision.** — L'estimation des températures élevées auxquelles se passent certaines réactions, ou bien auxquelles certains corps changent d'état, est pour le chimiste chose souvent très ardue. Aussi la découverte d'un instrument permettant d'une façon commode la mesure de ces températures est-elle pour lui un heureux événement. MM. Heycock et Neville ont construit un nouveau pyromètre basé sur l'accroissement de résistance électrique du platine en fonction de la température. Les mesures se font par la méthode du pont de Wheatstone et des résistances, méthode assez facile et qui ne laisse rien à désirer.

Une question se posait devant les inventeurs : l'accroissement de résistance est-il proportionnel à la température ? Pour la résoudre, ils ont comparé les résultats fournis par leur instrument avec ceux obtenus par d'autres méthodes. Ils ont constaté de cette manière la parfaite régularité de l'accroissement des résistances. MM. Heycock et Neville ont pu établir, grâce à cette découverte, des points de fusion voisins de 1000°. Ces déterminations, qui comportent toute la précision des mesures électriques, donnent, paraît-il, la température exacte à moins d'un degré près.

Voici la liste des points de fusions relevés par les deux savants:

| | | |
|---|---|---|
| Sn = 231,9 | Al = 654,5 | $K_2SO_4$ = 1066 |
| Zn = 419,4 | Ag = 960,7 | $Na_2SO_4$ = 883 |
| Mg = 632,5 | Au = 1061,7 | $Na_2CO_3$ = 850 |
| Sb = 629,5 | Cu = 1080,5 | |

On remarquera le point de fusion de l'antimoine, 629°,5. On savait que ce métal ne pouvait être liquéfié qu'au four Perrot; mais on donnait ordinairement comme point de fusion 440° à 450°.

**Nouvelles contributions à la chimie du silicium.** — Le silicium et le carbone, tous deux tétravalents, ont par ce fait même de grandes ressemblances entre eux. Chacun d'eux donne naissance à de nombreux dérivés analogues les uns des autres ; mais les composés du carbone suivent dans leur formation des lois bien différentes de celles qui règlent la combinaison du

silicium. Les dérivés du carbone peuvent être regardés comme formés des hydrocarbures par une série de transformations fort simples. Au contraire, le plus grand nombre des composés siliciés dérivent d'un corps bien autrement stable, l'anhydride silicique. C'est là, sans doute, ce qui explique, d'une part la variété presque infinie des composés du carbone et, d'autre part, le nombre relativement restreint des composés du silicium. Il peut se faire pourtant qu'un jour on doive détacher de la chimie inorganique une chimie du silicium, comme on en a déjà détaché une chimie du carbone.

Woehler, puis MM. Friedel et Ladenburg avaient déjà préparé le silicichloroforme $SiHCl_3$ et le silicibromoforme $SiHBr_3$ à l'aide du silicium cristallisé. M. Gattermann y est arrivé à l'aide du siliciure de magnésium. M. Combes a remplacé ce dernier par le siliciure de cuivre, produit qui se trouve dans le commerce. Par l'action de l'acide chlorhydrique parfaitement sec, le siliciure se décompose intégralement; il ne reste plus que du cuivre. Les produits recueillis donnent à la distillation fractionnée 80 p. c. environ de silicichloroforme, 20 p. c. de tétrachlorure $Si\,Cl_4$ et quelques traces de $Si_2Cl_5$ et $Si_3Cl_8$. Avec l'acide bromhydrique le rendement est moins bon ; avec l'acide iodhydrique il est nul; cela tient, sans doute, à la dissociation partielle que subissent ces deux acides.

Dans ses recherches actuelles, M. Combes s'est proposé de réaliser des corps analogues à la paraleucaniline $HC(C_6H_4NH_2)_3$ et à la pararosaniline $HOC(C_6H_4NH_2)_3$, n'en différant que par le remplacement de l'atome de carbone central de ces dérivés du triphénylméthane $HC(C_5H_5)_3$ par un atome de silicium. Il a voulu reconnaître quelle influence aurait cette substitution sur les propriétés des combinaisons obtenues, particulièrement au point de vue de la formation des matières colorantes. Après plus d'un essai infructueux, il est parvenu à former les deux composés : $Si\,[C_6H_4N(CH_3)_2]_4$ et $HSi\,[C_5H_4\,N(CH_3)_2]_3$. Ce sont des dérivés phénylés du silicoprotane $Si\,H_4$. Le dernier, notamment, répond à la leucobase du violet hexaméthylé. En l'oxydant en solution chlorhydrique par le brome, le chlore, ou le bioxyde de plomb, on obtient, à la vérité, des matières colorantes ; mais l'analyse montre que ces matières ne sont pas différentes de celles que l'on obtient par l'oxydation de la diméthylaniline $C_5\,H_5\,N(CH_3)_2$. Si l'oxydant est moins énergique, le nitrate mercureux par exemple, on aboutit à d'autres résultats. M. Combes a formé de cette façon un corps de formule $HOSi\,[C_5\,H_4\,N(CH_3)_2]_3$. Ce composé se

dissout facilement dans les acides, et l'on peut obtenir un chlorhydrate solide en faisant agir l'acide chlorhydrique sur sa solution éthérée. Mais, chose singulière, la solution dans les acides et le chlorhydrate solide lui-même sont incolores. D'où cela vient-il ? Cette absence de coloration est-elle due au simple remplacement de l'atome de carbone central ? ou bien l'édifice moléculaire a-t-il été construit sur un autre plan ? C'est ce que M. Combes nous dira sans doute plus tard.

Il serait à désirer de voir ces recherches poussées avec plus d'ardeur par un certain nombre de chimistes. Cette étude ne manquerait certes pas d'intérêt, surtout si l'on remplaçait dans la molécule non pas seulement l'atome central de carbone, mais tous les atomes de carbone par des atomes de silicium : il est vrai qu'il faudrait pour cela pouvoir construire la molécule de silicobenzine $Si_6 H_6$ ; le silicium devrait donc avoir des liaisons doubles ; mais pareil travail n'a pas été réalisé jusqu'ici.

**Fluorures d'acides organiques.** — Au cours de laborieuses recherches, M. Meslans est arrivé à éthérifier directement l'acide fluorhydrique par l'alcool éthylique (1889), l'alcool amylique et la glycérine (1896). En collaboration avec M. Girardet, il présente actuellement les résultats de ses travaux sur les fluorures d'acides. En 1892, M. Meslans avait déjà obtenu le fluorure d'acétyle $CH_3.CO.Fl$. Aujourd'hui les deux chimistes indiquent une méthode générale de préparation de ces éthers. D'après eux, on peut faire la synthèse du fluorure d'un acide de la série grasse ou de la série aromatique en faisant réagir le chlorure d'acide correspondant sur le fluorure de zinc anhydre. Dans la plupart des cas, la chaleur ne doit pas intervenir et le rendement est presque théorique.

Ils ont étudié en particulier le fluorure de propionyle et le fluorure de benzoïle. Le fluorure de propionyle $CH_3.CH_2.CO.Fl$ est un liquide de densité 0,972 (à 15°). Il bout à 44°. On ne peut le conserver dans le verre qu'il attaque assez rapidement. L'action de l'eau, presque immédiate sur le chlorure, est très lente sur le fluorure. A chaud, la réaction s'accélère un peu ; il se forme de l'acide fluorhydrique et de l'acide propionique. Mélangé à une solution alcaline, il se décompose très rapidement en donnant de l'eau, un fluorure et un propionate alcalins. L'action des alcools est lente : elle donne lieu à la formation d'acide fluorhydrique et d'éther propionique. Le gaz ammoniac décompose instantanément le fluorure en fluorure d'ammonium et propion-

amide. Le fluorure de benzoïle $C_6H_5.CO.Fl$, déjà décrit en 1892 par M. Guenez, possède une odeur très irritante et provoque le larmoiement. Son point d'ébullition est situé à 154°. L'eau même à l'ébullition ne le décompose que lentement. L'action des alcalis et du gaz ammoniac sur le fluorure de benzoïle est analogue à celle qu'ils exercent sur le fluorure de propionyle.

M. A. Colson propose une autre méthode de synthèse de ces composés : saturer d'acide fluorhydrique bien sec l'anhydride de l'acide dont on veut obtenir le fluorure. En faisant réagir l'acide fluorhydrique sur l'anhydrique acétique, il obtient ainsi le fluorure d'acétyle $CH_3.CO.Fl$ :

$$(CH_3.CO)_2.O + HFl = CH_3.CO.Fl + CH_3.CO.OH.$$

Ce liquide, étudié par M. Meslans il y a quatre ans déjà, bout à 20°8. Sa densité (à 0°) est 1,0369. On peut encore y arriver en versant un mélange d'anhydride acétique et d'acide sulfurique sur du fluorhydrate de fluorure de sodium. Les mêmes méthodes peuvent conduire à la formation des autres fluorures d'acides.

Toutes ces recherches relatives aux éthers fluorhydriques présentent un véritable intérêt, vu le très petit nombre de composés organiques dans lesquels on est parvenu jusqu'ici à faire entrer le fluor. Il semble que si cet élément est plus rebelle que le chlore pour s'unir à une molécule organique, l'union une fois accomplie est aussi plus stable : témoin l'action de l'eau sur les fluorures et sur les chlorures d'acides.

J. Van Geersdaele, S. J.

---

## PHYSIOLOGIE.

—

**Action de la partie intercartilagineuse des muscles intercostaux internes.** — Chez les mammifères, les côtes ne s'étendent point de la colonne vertébrale au sternum, mais elles s'arrêtent avant d'arriver à la ligne médiane de la poitrine et se continuent par des cartilages.

Les côtes et les cartilages forment un angle qui s'ouvre en haut.

Les côtes sont reliées entre elles par des muscles, les uns

situés sur un plan antérieur et appelés muscles *intercostaux externes*, les autres formant le plan postérieur et appelés *intercostaux internes*.

Entre les cartilages, on voit également une lame musculaire qui continue les muscles intercostaux internes et que nous appellerons, pour abréger, muscles intercartilagineux.

Les muscles intercostaux internes ont suscité de grandes discussions, trop grandes peut-être si on considère leur peu d'épaisseur, qui ne leur permet pas de jouer un grand rôle dans l'économie. Nous ne nous en occuperons pas.

Les fibres des muscles intercostaux externes aussi bien que celles des muscles intercartilagineux se dirigent obliquement de haut en bas vers le sommet de l'angle formé par les côtes et les cartilages, mais par le fait même qu'elles sont situées des deux côtés de la bissectrice de cet angle, leur direction n'est pas parallèle mais convergente.

Leur action commune est de relever le sommet de l'angle et par là de dilater la poitrine. Au point de vue de la mécanique, ils sont donc inspirateurs.

En va-t-il de même au point de vue physiologique? En d'autres termes, se contractent-ils réellement pendant la phase appelée *d'inspiration* ?

Pour les muscles intercostaux externes, le doute n'est pas possible. Pour les intercartilagineux, la solution n'est pas si claire ; car, d'après Martin et Hartwell, ils restent parfaitement inertes quand la poitrine se gonfle, et n'entrent en activité que pendant l'expiration.

Les Drs Paul Masoin (Gand) et René du Bois-Reymond (Berlin) (1) ont conçu des doutes sur l'expérience si paradoxale de Martin et Hartwell et se sont décidés à la répéter.

On sait que le diaphragme agit puissamment dans l'inspiration. Si les intercartilagineux ont une action synchrone avec la sienne, leur influence inspiratrice ne peut plus être déniée.

Si la poitrine restait intacte, on pourrait attribuer la contraction apparente des intercartilagineux à une simple rétraction élastique provenant du rapprochement passif des deux extrémités de chaque fibre pendant la phase d'inspiration.

On doit donc, pour étudier la contraction physiologique du

(1) *Zur Lehre von der Function der Musculi intercostales interni.* Separat Abzug aus ARCHIV FÜR ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE, Physiologische Abtheilung, 1896.

muscle, isoler de leurs connexions avec les côtes les deux cartilages entre lesquels il s'étend, tout en respectant les vaisseaux et surtout les nerfs, causes du mouvement physiologique des muscles.

Cette première condition remplie, les expérimentateurs plantent dans l'épaisseur du muscle les deux pointes d'un compas dont les branches s'étendent toutes deux au delà du sommet. Les deux pointes opposées aux premières agissent sur les deux lames élastiques parallèles d'un tambour de Marey et, par leurs mouvements, augmentent ou diminuent la capacité de l'instrument. Grâce à un tube en caoutchouc, ces variations de capacité sont inscrites par le levier d'un autre tambour sur un cylindre enregistreur.

Pour inscrire les mouvements du diaphragme, on se sert d'un levier mobile autour de son centre. L'une des extrémités, en forme de spatule, s'insère entre le foie et le diaphragme, l'autre appuie sur un tambour de Marey qui renvoie le mouvement à un autre tambour armé d'un levier inscripteur.

On a soin d'inscrire les courbes des deux mouvements l'une sous l'autre ; la comparaison devient par là très aisée.

Un simple coup d'œil sur les tracés suffit à démontrer la simultanéité de la contraction du diaphragme et des muscles intercartilagineux. Ceux-ci concourent donc à l'inspiration.

Tel est même l'accord entre le diaphragme et les muscles considérés que l'ammoniaque les arrête tous deux à la fois, et tous deux à la fois également recommencent leur rythme régulier.

Toutefois les muscles intercartilagineux n'entrent pas en fonction chaque fois que le diaphragme agit. Ils semblent plutôt devoir aider et suppléer le diaphragme dans les cas difficiles. Ainsi, dans l'opération exécutée par Masoin et du Bois-Reymond, tant que le thorax n'était pas ouvert, il était impossible de percevoir une contraction des muscles intercartilagineux. Mais dès que l'air, pénétrant dans la poitrine, rendit la respiration pénible, les muscles entrèrent en action.

De même, si on détermine une paralysie du diaphragme par la section des deux nerfs phréniques, les muscles intercartilagineux redoublent d'activité pour combattre la dyspnée.

**Le corps problématique de Platner et le ligament intercellulaire de Zimmermann.** — Platner a trouvé dans les cellules mâles de la glande hermaphrodite du limaçon un corps différent du noyau et différent aussi du *noyau accessoire*

fréquemment adjoint au noyau dans le protoplasme cellulaire. D'un autre côté, Zimmermann a signalé, chez le limaçon aussi, un cordon reliant plusieurs cellules testiculaires entre elles.

Dans un mémoire publié par La Cellule, Bolles Lee (1) prétend que ces deux apparences sont deux stades d'un seul et même phénomène.

La division des cellules testiculaires de l'Hélix est précédée par la karyokinèse, ou mouvement des éléments spécialement colorables du noyau vers ses deux pôles. Les deux couronnes polaires ainsi obtenues sont reliées par un fuseau de fils fins achromatiques.

Généralement ce fuseau disparaît quand la division cellulaire est achevée.

Dans l'*Helix*, il n'en va pas de même. Le fuseau, réduit, défiguré, persiste. S'il se retire tout entier dans une des cellules filles, c'est le corps problématique de Platner ; s'il se trouve en partie dans une cellule fille, en partie dans l'autre, c'est le ligament intercellulaire de Zimmermann.

Quand une des cellules filles se divisera à son tour, le nouveau fuseau s'adjoindra parfois au reste de l'ancien, trois cellules se trouveront alors réunies par le ligament. Et le procédé se perpétuant, un même ligament peut se prolonger à travers douze cellules, comme l'a constaté l'observateur.

Dans les figures de Bolles Lee se voient tous les stades, depuis le fuseau simple jusqu'au long ligament se poursuivant dans l'intérieur de cellules multiples. Nécessairement ces figures ont été empruntées à des cas différents les uns des autres ; sinon, l'hypothèse de Bolles Lee ne serait plus simplement une probabilité, mais une vérité établie.

**Ganglions spinaux et racines postérieures des nerfs spinaux.** — On sait depuis longtemps que les racines postérieures des nerfs spinaux n'ont point pour origine la moelle, mais les ganglions spinaux.

Les cellules de ces ganglions sont bipolaires chez les poissons adultes ; l'un des prolongements va vers la périphérie, l'autre se dirige vers la moelle et forme la racine postérieure.

Chez les vertébrés supérieurs, la cellule ganglionnaire n'a qu'un prolongement, mais il se bifurque bientôt et ses deux branches se rendent également à la périphérie et à la moelle.

(1) *La Régression du fuseau caryocinétique*. La Cellule, t. XI, 1er fasc., 1895, p. 27.

Si l'on consent, — et on aurait mauvaise grâce de ne pas le faire, — à considérer le prolongement unique comme une expansion de la cellule, émettant une fibre de part et d'autre, la différence entre les poissons et les vertébrés supérieurs s'évanouit pour ainsi dire, et on peut considérer toutes les cellules ganglionnaires comme bipolaires, la seule différence étant que les deux pôles — non les pôles géométriques mais les pôles physiologiques — sont très éloignés chez les poissons, sont infiniment voisins chez les autres vertébrés.

Mais cette marche des deux pôles l'un vers l'autre n'est pas une simple conception de l'esprit, c'est un fait. Chez les vertébrés supérieurs, les cellules ganglionnaires commencent par être franchement bipolaires. Mais, peu à peu, le protophasme cellulaire se porte tout entier d'un côté de l'axe unissant les deux pôles et s'étire à partir de cet axe. La partie étirée forme le prolongement unique, et les deux fibres, qui partaient d'abord de deux points diamétralemant opposés, semblent maintenant partir d'un point unique.

D'un autre côté chez les poissons, qui généralement ne dépassent pas le stade embryonnaire à deux pôles franchement accusés, on trouve cependant parfois l'état plus avancé de la fusion des pôles. Freud, Nansen et Retzius avaient déjà signalé le fait chez les poissons vermiformes semblables aux lamproies. Lenhossek, le premier, avait trouvé la même disposition chez un poisson tout à fait digne de ce nom, le *Pristiurus*, appartenant au même ordre que les requins. Isidore Martin (Louvain) (1) a eu la fortune de la constater même chez un poisson tout à fait commun, la truite.

La truite lui a permis même de signaler un nouveau trait de ressemblance entre les poissons et les autres vertébrés. En pénétrant dans la moelle des vertébrés supérieurs, la fibre centrale des cellules ganglionnaires se bifurque en un filet ascendant et un filet descendant. Chez les poissons, la lamproie seule avait fourni un exemple de cette bifurcation. La truite nous en donne un second exemple d'une plus haute portée encore, car il s'agit d'un poisson répondant mieux au type ordinaire de la classe à laquelle il appartient.

**L'inanition chez le lapin.** — Si on veut étudier l'effet de

(1) *Contribution à l'étude de la structure interne de la moelle épinière chez le Poulet et la Truite.* LA CELLULE, t. XI, 1er fasc., p. 53.

certains médicaments ou de certains poisons sur les échanges nutritifs, il faut évidemment procéder par comparaison avec l'état ordinaire. Mais cette comparaison n'aura aucune valeur si les autres conditions ne sont pas identiques. Si l'attention se porte, par exemple, sur la quantité et la nature des substances éliminées, il est nécessaire de tous points que la quantité et la nature des aliments ingérés ait été la même.

C'est plus simple en théorie qu'en réalité, par la bonne raison qu'après l'ingestion des substances chimiques dont on cherche à déterminer l'effet, l'animal se refuse à manger, et il est difficile de l'y forcer.

Heymans (Gand) (1) a cru, avec raison, qu'il était plus aisé de renverser les rôles et de mettre l'animal sain dans les conditions de l'animal privé d'appétit : il suffit de ne donner à manger ni à l'un ni à l'autre.

Mais si on connaît assez bien la manière dont s'éliminent les aliments chez un animal qui mange, l'excrétion a été moins étudiée chez les sujets soumis à l'inanition. Il y avait peu de données, surtout relativement à un animal qui méritait cependant mieux par les services qu'il rend en physiologie, le lapin. Frerichs et Bischoff n'avaient expérimenté que sur un sujet. Rubner avait le record avec cinq lapins.

Heymans en a employé trente, dont un, très résistant, a dû passer trois fois par l'épreuve. Le nombre des observations est donc de trente-deux. Chez les autres lapins, l'expérimentation a été continuée jusqu'à la mort de l'animal.

Au moyen d'une alimentation convenable, Heymans amène d'abord les animaux à l'état d'équilibre pour la nutrition. Dès que la balance entre les gains et les pertes est établie, il examine l'urine et les substances qui la constituent.

Il retire ensuite toute nourriture, non-seulement solide mais liquide, et fait les mêmes observations qu'auparavant sur l'urine excrétée.

Chez le lapin, l'urine ne s'évacue pas d'une manière régulière, même à l'état normal. Aussi chacune des observations particulières porte sur une période de trois jours.

Tous les résultats sont d'abord donnés en nombres, puis représentés par des courbes sur un graphique. Cette dernière méthode permet au lecteur de saisir d'un coup d'œil l'allure des phénomènes.

(1) *Recherches expérimentales sur l'inanition chez le Lapin.* Extrait des ARCHIVES DE PHARMACODYNAMIE, vol. II, fasc. III et IV, 1896.

Le graphique est distribué en six colonnes donnant les variations du *poids*, de la *quantité d'urine*, de *sa densité* et des *quantités respectives d'urée, d'acide phosphorique* et *de chlorure de sodium*.

Les temps de survie des animaux varient beaucoup; il est cependant possible de prendre une moyenne, car, en excluant les sujets trop jeunes ou non encore parvenus à l'équilibre de nutrition, les écarts deviennent moins considérables, et on peut fixer à vingt jours la survie des lapins soumis à l'inanition.

La diminution de poids est assez régulière, non seulement pour le même lapin, mais pour l'ensemble des sujets; car non seulement chaque variation est représentée par une ligne assez droite, mais la plupart des droites sont parallèles,

La perte de poids, au moment de la mort, varie entre 37 et 56 p. c. La moyenne pour les sujets ordinaires peut être fixée à 44 p. c.

La quantité d'urine émise est loin d'être aussi régulière que la variation de poids. Dans les cas les plus fréquents, elle diminue d'abord pour augmenter ensuite.

La densité croît à peu près tout le temps.

La quantité absolue d'urée monte ou descend au début, mais, dans la presque universalité des cas, il arrive toujours une période où elle monte rapidement et s'élève bien au-dessus de la valeur initiale.

L'explication de ce phénomène n'est peut-être pas difficile. Le lapin, à l'état d'inanition, vit de sa propre substance, il devient carnivore, et il n'est pas étonnant que, s'alimentant aux dépens de substances riches en albuminoïdes, il fournisse une quantité notable d'urée.

La quantité d'acide phosphorique atteint aussi, d'ordinaire, un maximum supérieur à l'état normal.

La quantité de chlorure de sodium monte assez souvent au début, mais elle redescend ensuite en dessous de sa valeur initiale.

GUILL. HAHN, S. J.

---

## GÉOGRAPHIE.

—

**Le traité de Simonoséki, par le professeur baron von Richthofen** (1). — On connaît les grandes lignes du traité sino-japonais : reconnaissance de l'indépendance de la *Corée;* forte indemnité de guerre à payer par la Chine; franchises commerciales assurées au Japon et par le fait aux puissances ayant des conventions avec l'Empire des Célestes ; enfin abandon au gouvernement de Tokio de l'île *Formose* et de la presqu'île de *Liao-tung*.

Ces cessions territoriales ont soulevé une vive opposition, notamment en Russie et en France. Or ces grandes protestataires ont amputé à la Chine, sans que l'Europe s'en alarmât outre mesure, des territoires autrement vastes que ceux acquis par le Japon. A la première, qui devait ouvrir à la Sibérie un débouché vers le sud de la mer d'*Ochotsk,* est échu le pays de l'*Amour* et celui d'*Ousouri,* jusqu'à la frontière de Corée, soit 450 000 kilomètres carrés; à la seconde, qui avait déjà deux grands intérêts en Chine, ses missions et son commerce, sont tombés en partage, à la suite du traité de paix du 9 juin 1885, l'Annam et le Tonkin, états vassaux de la Chine couvrant une superficie de 230 000 kilomètres carrés.

A quelles causes donc attribuer l'émotion causée par le traité de Simonosèki? Il ne s'agit plus seulement de quelques lambeaux de province : Liao-tung n'a que 20 000 kilomètres carrés et 500 000 habitants, et Formose 38 000 kilomètres carrés et trois millions d'habitants. On redoute un déplacement du centre de gravité des forces politiques et militaires, et surtout une modification dans l'équilibre économique en Chine.

La première de ces craintes est momentanément *amoindrie;* le Japon a renoncé à la presqu'île de Liao-tung, sa conquête

(1) Cet article a paru le 15 juin 1895 dans la GEOGRAPHISCHE ZEITSCHRIFT, publiée à Leipzig. La traduction qu'en a faite M. Marcel Vanderkindere est insérée dans la REVUE DE BELGIQUE, 15 novembre 1895, pp. 264-294. Par ses longues études et l'expérience qu'il a acquise au cours de douze années de voyages dans l'Extrême-Orient, M. von Richthofen est parfaitement en situation de prévoir les conséquences des récentes victoires japonaises. Son travail contient des enseignements à méditer et à mettre en pratique sans retard.

stratégique la plus considérable; la seconde crainte n'a rien perdu de son acuité.

Examinons consciencieusement le nouvel état de choses qui semble se préparer dans l'Extrême-Orient. C'est une intéressante étude géographique, politique et économique.

La *Mandchourie* méridionale, depuis *Schan-haï-Kwan*, la porte fortifiée de la grande muraille, à l'ouest, jusqu'au fleuve *Yalou*, à l'est, porte le nom chinois de *Schöng-King*. Sa capitale s'appelle *Mukden*, en langue mandchoue, et *Föng-tiën* en chinois. La province est divisée en deux parties par le fleuve *Liao* : *Liao-shi*, c'est-à-dire à l'ouest de la Liao, et *Liao-tung*, à l'est de cette rivière. C'est la partie du Liao-tung conquise par leurs armées que les Japonais voulaient se réserver.

Le Liao est navigable pour les bateaux de faible tonnage et forme le seul havre du pays environnant, donc de la Mandchourie.

Le port où se trouvent les factoreries étrangères porte dans les contrats, etc., le nom de la ville située à 55 kilomètres de là, à l'est-nord-est, *Niu-tschöng;* son véritable nom, le seul employé dans les documents militaires, est *Ying-Kou* ou *Ying-tzé-Kou*.

Une autre place importante de la presqu'île de Liao-tung est *Haï-tschöng-hsiën*, située au pied des montagnes. Fortifiée, elle pourrait servir de place stratégique et commander la plaine méridionale de la Mandchourie.

La presqu'île de Liao-tung a peu de valeur comme territoire et comme centre de colonisation; le pays est très montagneux; le noyau se compose de chaînes de montagnes fort rapprochées, formées de gneiss et de granit, et d'une altitude moyenne de 750 mètres. Le sol arable est rare, si ce n'est près des côtes, à l'extrémité méridionale desquelles se trouve le golfe de *Lu-Schung* ou *Port-Arthur*, transformé par les Chinois en port militaire de premier ordre, mais construit en vue d'une attaque par mer, et non par terre, comme cela s'est produit dans la guerre sino-japonaise.

Port-Arthur a une grande importance stratégique et politique. Distant de cent kilomètres à peine du port de *Weï-haï-wei*, à la côte de Schan-tung, il est la clef de la *mer Jaune* et assure la liberté du passage vers *Pékin* et la Mandchourie.

Les Japonais ont fait consacrer par la Chine l'indépendance de la Corée.

Cette presqu'île, profonde en latitude de six degrés, est peu favorisée de la nature et a une situation géographique fort malheu-

reuse. Elle est rattachée au continent par un relief montagneux de 2500 mètres d'altitude, très sauvage, mais non inaccessible, profondément raviné et couvert de forêts vierges impénétrables. Ses eaux s'écoulent au nord vers la *Sungari*, à l'ouest vers le *Yalou*.

De ce massif se détache, d'une manière peu connue encore, la curieuse chaîne qui longe la côte orientale sur une grande longueur et projette de nombreux rameaux dans le pays, tourmenté par là de façon extrême. Comme toute la contrée d'ailleurs, elle est formée de roches primaires traversées de puissantes couches de granit ; on ignore ses trésors minéraux. Le versant de cette chaîne a une pente rapide vers la mer, où se trouve une côte unie et assez étroite, n'offrant que deux baies profondes. Une de celles-ci, la baie de *Gen-san* ou *Port-Lazaref*, peut devenir une porte d'entrée à l'est de la Corée. La puissance étrangère qui s'y installera fera une dangereuse brèche dans la muraille qui couvre le pays de ce côté.

Au sud et à l'ouest, une plaine plus étendue sépare les flots de l'océan, poussés contre une côte escarpée et rocheuse, des contreforts de la montagne. Il en descend quelques fleuves d'une certaine importance, mais de mince utilité pour la culture. En raison du relief, leurs eaux sont torrentueuses et ne déposent d'alluvions que dans de rares endroits. Ces sédiments forment le long des côtes, échancrées en baies profondes, mais impraticables, des deltas de nulle valeur, car ils sont couverts à chaque marée montante.

Quelles sont les conséquences de cette situation géographique de la Corée ? L'isolement et l'indépendance de la population, à laquelle le professeur von Richthofen reconnaît une haute individualité ; la prise de contact avec la civilisation chinoise et japonaise ; enfin et surtout une menace d'invasion permanente de la part de ses voisins.

Depuis l'absorption si complète de la Mandchourie par la colonisation, l'immigration et la langue chinoises, la situation de la Corée vis-à-vis de la Chine avait bien changé. Il en était résulté pour ce pays non seulement une vassalité nominale, exclusive de toute domination permanente ou mélange des deux populations, mais un contact étroit, très menaçant pour l'indépendance du pays.

Si ce péril paraît écarté, l'horizon est-il absolument serein ? Peut-être, mais il faudra sans doute compter avec le Japon.

Depuis la fin de leurs luttes dynastiques, les Japonais ont

pris pied en Corée. Leurs invasions arrêtèrent le développement des Coréens, qui sont cependant bien doués du côté de l'intelligence et supérieur aux envahisseurs sous le rapport physique. Des industries prospères ont disparu et l'agriculture agonise depuis l'abandon de la culture en terrasses.

La Corée devenue indépendante saura-t-elle se relever par ses propres forces de l'état minable où elle est tombée? M. von Richthofen semble ne pas le croire. Il se demande, à n'envisager les choses qu'objectivement, donc sans s'occuper de la politique ni des intérêts commerciaux de l'Europe, il se demande, disons-nous, si le protectorat japonais ne serait pas le salut du royaume de Séoul?

La possession de Formose a une très grande valeur. Coupée par la ligne des tropiques et soumise au régime des moussons, l'île est fort fertile et, dans les parties bien exposées, peut donner deux et trois récoltes par an. Il ne serait pas étonnant qu'elle renfermât des richesses minières; à la pointe nord tout au moins sont les mines de charbon de *Kilung,* qui sont mal exploitées.

Malheureusement trois millions de Chinois peuplent l'île, et il paraît difficile de les soumettre sans faire parler la poudre.

Quoique privée de bons ports, Formose, stratégiquement et politiquement parlant, constitue pour une puissance maritime une solide position contre la Chine et ses alliés.

L'ouverture, garantie par des traités, de villes de l'intérieur et de nouveaux ports au commerce étranger, a toujours été le but de la politique européenne en Chine. Les choix n'ont pas été tous heureux. Citons *Kiu-Kiang, Wou-hou, Wen-tschou-fou, I-tschang-fou.*

L'ouverture des places qu'ont réclamé les Japonais, et qui sont presque toutes situées dans la vallée du *Yang-tse-Kiang* et de ses affluents, prouve leur connaissance des grandes voies commerciales et des richesses de la Chine intérieure.

*Schang-hsing-fou* est à 160 kilomètres de *Shang-haï.*

*Sou-tschou-fou* et *Hang-tschou-fou,* situées dans le réseau de canaux s'étendant à l'ouest de cette dernière ville, en sont en quelque sorte des extensions et en sont éloignées de 140 et 175 kilomètres.

Ces trois places sont les centres des districts producteurs de la soie dans les provinces de *Kiang-sou* et *Tse-Kiang.* Or la soie joue un grand rôle au Japon : depuis quatre ans les Japonais ont porté de 13 000 à 600 000 le nombre des broches servant à sa fabrication.

Le *Yang-tse* sort, près d'I-tschang-fou, d'une étroite gorge montagneuse et se répand dans la fertile plaine de *Hu-Kwang*, donc dans les provinces de *Hupei* et de *Hunan*. Voyant que cette ville marquait la limite de la navigation régulière à vapeur sur le grand fleuve, les commerçants étrangers la considérèrent comme la porte d'entrée de la province de *Sze-tschwan*, et en obtinrent l'ouverture. Le choix n'était pas heureux. Pour le commerce intérieur, les voies navigables du Sze-tschwan aboutissent à *Scha-schi*, à cheval sur le Yang-tse, un peu en amont de I-tschang-fou, et point de concentration des canaux qui s'embranchent sur ce cours d'eau. Ces voies navigables établissent d'ailleurs les communications au nord avec le fleuve *Han* et avec *Hankou*, au sud avec le lac *Tung-ting* et le réseau fluvial du Hunan.

*Scha-schi*, siège des affaires des principaux commerçants chinois, occupe un des premiers rangs pour le commerce intérieur et est le centre d'un grand district producteur de coton.

*Hsiang-tan-hsiën* est le premier marché ouvert aux étrangers dans la province de Hunan. Il est placé sur la grande voie commerciale et presque exclusivement fluviale qui relie Canton et le moyen Yang-tse aux provinces occidentales, et est le point de réunion des fleuves servant au transport des richesses carbonifères de la contrée.

C'est une des villes les plus peuplées de la Chine et une place financière fort importante. Les grandes banques de l'empire y ont des succursales.

Enfin *Tschung-king-fou* est le centre bien connu du commerce et des communications du Sze-tschwan, la plus belle et la plus riche des provinces chinoises par la variété de ses produits, entre autres la soie et le charbon. La ville est située au confluent du Yang-tse et du *Kia-lung-kiang*. Mais ce dernier cours d'eau est-il navigable aux steamers ?

Les concessions territoriales et économiques que la Chine a dû faire au Japon sont-elles de nature à modifier les relations des puissances occidentales avec l'Extrême-Orient ? Nous ne le pensons pas. Elles viennent plutôt compléter la " politique économique agressive de l'Europe ", c'est-à-dire les avantages politiques et commerciaux qu'un vif esprit d'union a valus aux puissances occidentales.

Ce qui pourrait modifier ces relations, c'est la brusque entrée en scène des Japonais ; elle révèle une situation de fait, dont on commence à embrasser toute la portée.

En Chine la population, forte d'un demi-milliard d'habitants, est sobre, habile, intelligente, tenace au travail ; la main-d'œuvre à un bon marché inouï ; les produits du sol, innombrables et très variés ; enfin les richesses carbonifères, encore non exploitées, des plus importantes. D'après les gens bien informés, les matières brutes pourraient être obtenues en Chine à plus bas prix que chez nous et en Amérique, et le pays se suffire à lui-même et concourir victorieusement sur d'autres marchés avec la pauvre Europe. Cette échéance toutefois semble lointaine : le gouvernement chinois s'oppose à toutes les innovations, chemins de fer, usines, etc., de crainte de tuer la petite industrie plus développée dans l'Empire des Célestes qu'elle ne l'a jamais été dans aucun autre pays.

Au Japon au contraire, où la population vaut à peu près celle de la Chine, que voyons-nous? Des idées toujours larges ouvertes à tous les progrès et un développement intérieur qui est peut-être l'événement le plus extraordinaire de l'histoire de la civilisation chez les peuples isolés. Impossible de rechercher ici les causes de ce développement. Indiquons quelques-uns de ses éléments : sentiment intense d'unité nationale ; introduction d'un code civil et religieux fort sévère, et comme conséquence, création d'un corps social solidement établi ; assimilation rapide de la civilisation occidentale, avec les rouages et institutions qu'elle comporte, enseignement scientifique, organisation politique et militaire, voies de communications rapides, etc. ; vigoureux élan donné à l'industrie mécanique et au commerce. " En Chine, on trouve exceptionnellement dans les travaux de l'homme un angle absolument droit ou même deux poutres de construction convenablement assemblées. Au Japon, au contraire, tout est d'un fini achevé dans la technique mécanique. L'industrie décèle une conception très fine, un sens rare de l'ornementation et, dans beaucoup de créations, une habileté „ pas commune en Europe.

Les industries d'art, textiles, etc., sont déjà très développées au Japon. Ce pays ne suffit pas seulement à sa propre consommation ; il exporte en Chine, où il accaparera de plus en plus les richesses du sol et du sous-sol, et lutte déjà victorieusement contre les prix anglais à Singapour et sur d'autres places de l'Asie orientale. D'après le baron von Richthofen, les ouvrages de mécanique de précision, pour lesquels le Japonais a une adresse héréditaire, prendraient même sous peu le chemin de l'Allemagne, où l'on ne peut pas les produire avec le même soin à des prix rémunérateurs.

Les victoires japonaises, qui ont été une révélation et qui nous menacent d'une évolution économique considérable, doivent aussi être envisagées au point de vue politique; elles intéressent sérieusement plusieurs nations.

D'abord la Chine. Pour la première fois dans l'histoire, elle a perdu la place de puissance prépondérante en Asie orientale. Le gouvernement du Mikado peut exercer sur elle sa dictature et arrêter sa marche vers l'est. Or cette marche était un danger, car les Chinois auraient pu insensiblemeut s'implanter dans le pays pour y établir leur protectorat. En raison de leur habileté commerciale plus grande que celle des Japonais, ils auraient accaparé tout le petit commerce et épuisé le peuple.

La Russie est particulièrement affectée par les changements survenus dans l'Extrême-Orient. Son expansion territoriale ne sera plus aussi facile; comme elle, le Japon veille et guette la possession de la Corée et d'une partie de la Mandchourie, qui semblait une proie si facile. Or le Japon est un adversaire sérieux et le deviendra davantage. A ne se mettre qu'au point de vue purement défensif, il y aura nécessité pour la Russie de recourir à un plus grand déploiement de forces dans l'Asie orientale.

Formose n'est guère loin des Philippines; il est donc impossible à l'Espagne de rester indifférente au succès des armées japonaises. Nous reconnaissons que le danger n'est pas imminent; mais encore faut-il une sage prévoyance.

Les destinées politiques de la France, une autre grande puissance asiatique, ne sont pas menacées pour le moment.

Les grandes vues qui doivent dominer le débat, ce ne sont pas les intérêts particuliers des puissances, c'est le commerce général de l'Europe dans l'Extrême-Orient et la situation économique du monde entier. Les grandes intéressées sont l'Allemagne et surtout l'Angleterre, qui a la part du lion dans le trafic de la Chine, à laquelle elle paye en quelque sorte en opium indien le thé et la soie qu'elle en extrait.

Que doivent faire les peuples de l'occident pour obvier à cette situation? Rivaliser dans l'emploi des moyens propres à activer l'essor de la Chine.

L'ouverture forcée de l'Empire Céleste se fera sentir sous peu de manière fort sensible, dans l'économie financière du monde. L'exploitation de vastes mines de charbon, le travail du fer intimement lié à l'extraction de la houille, l'emploi des immenses forces productives du peuple, la création de moyens de locomotion

modernes ouvrent un large champ à l'esprit d'entreprise et aux capitaux européens. Le Japon a une grande avance sur les autres nations, grâce à son voisinage immédiat et à sa double nature de puissance asiatique possédant les éléments de la civilisation européenne. Raison de plus pour atténuer les dangers du nouvel état de choses qui vient de se manifester dans l'Extrême-Orient, mais dont la guerre sino-japonaise n'est qu'un premier acte à peine terminé.

**L'île de Norfolk** (1). — Cette île, découverte par le capitaine Cook en 1776, est située dans l'océan Pacifique, par 29°3'45" lat. S. et 167°58 6" long. E. Elle se trouve à 980 milles E. N. E. de Sydney et presque à mi-chemin entre le cap North (Nouvelle-Zélande), et la Nouvelle-Calédonie, respectivement à 400 milles S. S. E. et N. N. O. de ces deux points. Elle a 5 milles de long et 3 milles de large ; sa superficie totale est de 8600 acres.

Les rocs à pic qui bordent la côte en rendent l'approche presque impossible. Par temps calme, les vaisseaux de passage peuvent cependant utiliser deux points situés l'un au sud, l'autre au nord de l'île.

Le sol, d'une couleur chocolat foncé, est généralement très fertile. Il nourrit la plupart des plantes des régions tropicales et tempérées: café, canne à sucre, bananes, légumes et fruits de toutes espèces : oranges, citrons, raisins mûres, etc.

Il y a une flore particulière à l'île. On peut citer le fameux pin de Norfolk *(Araucaria excelsa)*, un palmier *(Areca Baueri)*, une magnifique fougère arborescente *(Alsophila excelsa)*. Les seules forêts de quelque importance se trouvent sur le mont Pitt (313 mètres), sur la chaîne à laquelle il appartient, et sur les terres basses du nord-ouest.

Depuis 1788, Norfolk-Island a été plusieurs fois l'objet de tentatives de colonisation. Le dernier essai, couronné de succès celui-là, date de 1856. Sur des démarches pressantes, le gouvernement anglais céda Norfolk aux insulaires de l'île Pitcairn, distante de 4820 kilomètres. Le 8 juin 1856, ils débarquèrent dans leur nouvelle patrie, qu'ils firent prospérer.

Le gouvernement de l'île est représenté par trois fonctionnaires élus chaque année par les habitants. Leurs pouvoirs émanent du gouverneur de la Nouvelle-Galles du Sud, qui est

(1) D'après les renseignements fournis à M. Paul Wenz par M. Isaac Robinson, consul des États-Unis dans cette île. COMPTE RENDU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE DE PARIS, 1895, pp. 314-317.

lui-même gouverneur titulaire de Norfolk. Les taxes sont inconnues dans ce petit coin de terre; mais le *Chief Magistrate* et ses conseillers font appel aux hommes de 18 à 60 ans, qui doivent, du 3 janvier au mois de juin, fournir chacun quatre journées de travail, principalement pour l'entretien des routes. Il n'y a d'autre revenu public que le produit de quelques amendes insignifiantes. Les appointements du *Chief Magistrate* sont de 625 francs; le *Registreur* des terres et le chef du bureau des postes reçoivent 125 et 200 francs. Le docteur et le chapelain sont en partie payés avec un fonds accumulé depuis des années et placé à Sydney par le gouverneur.

Les lois, peu nombreuses, pourraient s'imprimer sur deux pages de papier d'écolier; elles répondent à tous les besoins, car on ignore ici le crime, la prison, et l'usage des spiritueux, dont l'entrée est prohibée, sauf pour les usages pharmaceutiques.

La pêche à la baleine, pratiquée de juillet à octobre, et depuis peu l'agriculture, sont les seuls moyens d'existence de la colonie.

Les exportations consistent en huile de baleine, laine, chevaux, oignons, pommes de terre, bananes, oranges, etc. On importe, sans prélèvement d'aucun droit de douane, des vêtemens, des épiceries, des armements pour la pêche à la baleine.

Le commerce général, importations et exportations, atteint un minimum 150 000 francs.

Les communications avec le monde extérieur sont assurées par un vapeur qui fait trimestriellement la navette entre Sydney et Norfolk. Ce steamer appartient à l'A. U. S. N., et fait escale à Sydney, Lord-Howe-Island, Norfolk-Island, Nouméa et Fidji. De plus, un petit schooner fait le commerce dans les îles.

Les habitants, dont le nombre total atteint 832, sont disséminés sur toute la surface de Norfolk Island dans de petites maisons de bois. Ils ne possèdent qu'une ville, Kingston, située au sud de l'île.

Chaque couple qui se marie reçoit en don 25 acres de terre; sur les 4000 acres déjà aliénés, 600 seulement sont cultivés; le reste, converti en pâturages, nourrit les moutons, bestiaux et chevaux qui paissent en liberté.

Le climat est des plus salubres; il y a peu de maladies; on n'y connaît aucune fièvre des îles. La mortalité est de 9 sur 1000.

Il nous faut projeter une ombre sur ce beau tableau. D'après une déclaration récente de lord Chamberlain faite à la Chambre des Communes, tout ne serait pas pour le mieux dans le meilleur des mondes, au point de vue gouvernemental et administratif. Des réformes s'imposent à bref délai. F. VAN ORTROY.

# TABLE DES MATIÈRES

DU

NEUVIÈME VOLUME (DEUXIÈME SÉRIE)

TOME XXXIX DE LA COLLECTION.

---

LIVRAISON DE JANVIER 1896.

---


ESSAI DE GÉOMORPHOGÉNIE DESCRIPTIVE, par **M. A. de Lapparent** . . . . . 5

LES POPULATIONS DU SUD DE LA CHINE, par **Mgr C. de Harlez** . . . . . 42

MORSURES ET PIQÛRES VENIMEUSES, par **M. Maurice Lefebvre** . . . . . 94

LE FROID, SON INFLUENCE SUR LES PHÉNOMÈNES PHYSIQUES, CHIMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES, par le **R. P. J. Van Geersdaele, S. J.** . . . . . 150

QUELQUES EXPLOITS D'UNE PARTICULE D'AIR, par **M. G. Van der Mensbrugghe** . . . . . 211

BIBLIOGRAPHIE. — I. Stéréochimie, par Éd. Gabriel Monod. **R. P. Fern. Goossens, S. J.** . . . . . 231

II. Les Nouvelles théories chimiques, par A. ÉTARD. **R. P. Fern. Goossens, S. J.** . . . . . 239

III. La Théorie atomique et la théorie dualistique, par E. Lenoble. **R. P. Fern. Goossens, S. J.** 241

IV. L'École pratique de physique, deuxième édition, par Aimé Witz. **A. G.** . . . . . 243

V. Choix de fossiles caractéristiques des dépôts sédimentaires, par Julien Fraipont. **R. P. G. Schmitz, S. J.** . . . . . 245

VI. Essai de paléogéographie. Restauration des contours des mers anciennes en France et dans les pays voisins, par F. Canu. **G. S., S. J.** 248

VII. Flora of the Outlying Carboniferous Basins of Southwestern Missouri, by David White *(Bulletin of the U. S. Geological Survey)*. **R. P. G. Schmitz, S. J.** . . . . . 251

VIII. Ethnology. In two Parts : 1. Fondamental Ethnical Problems ; 2. The Primary Ethnical Groups ; by A. H. Keane. **R. P. J. Van den Gheyn, S. J.** . . . . . 252

IX. Science catholique et savants catholiques ; — Bible, science et foi, par le R. P. Zahm, C. S. C.; traduits de l'anglais par l'abbé J. Flageolet. **M. C. de Kirwan** . . . . . 258

X. Étude sur l'espace et le temps, par Georges Lechalas. **M. P. Mansion** . . . . . 266

XI. Une cachette de fondeur à Vénat, par G. Chauvet. **M. le Mis de Nadaillac**. . . . . 274

XII. La Théorie des procédés photographiques, par de la Baume Pluvinel. **V. B.** . . . . . 276

XIII. Applications scientifiques de la photographie, par G. H. Niewenglowski. **V. B.** . . . . . 279

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

GÉOLOGIE, par **M. A. de Lapparent** . . . . . 282

BOTANIQUE, par **M. Alph. Meunier** . . . . . 289

CHRONIQUE AGRICOLE, par **V. D. B.** . . . . . 301

SCIENCES SOCIALES, par **M. Alb. Joly** . . . . . 313

SCIENCES INDUSTRIELLES, par **M. J.-B. André** . . . 322

GÉOGRAPHIE, par **M. Jos. de la Vallée Poussin** (Les Dernières expéditions arctiques), et M. le Capitaine **Van Ortroy** . . . . . 330 334

COMPTE RENDU DU IIIe CONGRÈS SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL DES CATHOLIQUES *(fin)*. SCIENCES PHILOSOPHIQUES, par **M. J. Homans**. . . . . .

LIVRAISON D'AVRIL 1896.

L'ANNÉE SCIENTIFIQUE ET RELIGIEUSE, par le **R. P. Victor Van Tricht, S. J.** . . . . . 353
L'ÉLECTRICITÉ ET LA VIE, par le **R. P. Guill. Hahn, S. J.** 391
LES FONDATEURS DE LA MINÉRALOGIE, par **M. l'abbé A. F. Renard** . . . . . 425
FRESNEL, FARADAY, LES ÉLECTRICIENS ET LES FORCES A DISTANCE, par **M. C. de Kirwan**. . . . . 450
L'AGE DE LA HOUILLE, par le **R. P. G. Schmitz, S. J.** . 463
LES RAYONS X, par le **R. P. J.-D. Lucas, S. J.** . . . 487
L'EXPÉDITION BELGE PROJETÉE AUX RÉGIONS ANTARCTIQUES, par **M. J. de la Vallée Poussin** . . . . . 560
HUXLEY ET M. DE VARIGNY, par le **R. P. Guill. Hahn, S. J.** 572
BIBLIOGRAPHIE. — I. Cours de chemins de fer professé à l'École nationale des Ponts et Chaussées, par C. Bricka, tome II *(Encyclopédie Lechalas)*. **M. M. d'Ocagne** . . . . . 575
II. Histoire de la philosophie atomistique, par Léopold Mabilleau. **M. Georges Lechalas.** 582
III. Die Reste der Germanen aus Schwarzen Meere, von Dr Richard Loewe. **R. P. J. Van den Gheyn, S. J.** . . . . . 598
IV. Le Congo, par M. Hubert Droogmans. **M. F. Van Ortroy** . . . . . 606
V. La Défense des États et la fortification à la fin du XIXe siècle, par le Général Brialmont. **M. F. Van Ortroy** . . . . . 610
VI. Théorie et pratique des assurances sur la vie, par H. Laurent *(Encyclopédie scient. des Aide-Mémoire)*. **M. É. Fagnart** . . . . . 623
VII. Annuaire du Bureau des longitudes pour l'an 1896. **Jean d'Estienne** . . . . . 632
VIII. Annuaire de l'Observatoire municipal de Montsouris pour l'année 1896. **Jean d'Estienne** . 643
IX. Sur l'origine du monde, Théories cosmogoniques des anciens et des modernes, par H. Faye. **Jean d'Estienne** . . . . . 648

X. Analyse des alcools et des eaux-de-vie, par H. Rocques *(Encyclopédie scient. des Aide-Mémoire)*. **J.-B. A.** . . . . . 650
XI. Le Pain : technologie, pains divers, altérations, par V. Galippe et G. Barré *(Encyclopédie scient. des Aide-Mémoire)*. **J.-B. A.** . . . 653

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.
GÉOLOGIE, par **M. A. de Lapparent** . . . . . 655
CHIMIE, par le **R. P. J. Van Geersdaele, S. J.** . . 662
PHYSIOLOGIE, par le **R. P. Guill. Hahn, S. J.** . . . 677
GÉOGRAPHIE, par **M. F. Van Ortroy** . . . . . 684

---

Louvain. — Imp. POLLEUNIS & CEUTERICK, 30, rue des Orphelins, 30

# REVUE

DES

# QUESTIONS SCIENTIFIQUES

# REVUE

DES

# QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
*Const. de Fid. cath.*, c. IV.

DEUXIÈME SÉRIE

**TOME X — JUILLET 1896**

(VINGTIÈME ANNÉE ; TOME XL DE LA COLLECTION)

LOUVAIN
BUREAUX DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
(M. Ch. George)
11, RUE DES RÉCOLLETS, 11.

1896

# LA NIDIFICATION

DU

# SCARABÉE SACRÉ

---

L'insecte vénéré de l'antique Égypte, le Scarabée sacré, soumet à nos méditations quelques beaux problèmes dont je vais donner un rapide aperçu. Son nid se trahit au dehors par un amas de terre remuée, par une petite taupinée formée des déblais surabondants que la mère, clôturant son terrier, n'a pu remettre en place, une partie de l'excavation devant rester vide. Sous cet amas s'ouvre un puits de peu de profondeur, un décimètre environ, auquel fait suite une galerie horizontale, droite ou sinueuse, se terminant en une vaste salle où pourrait se loger le poing.

Voilà la crypte où repose, enveloppé de vivres, l'œuf soumis à l'incubation d'un soleil torride sous quelques pouces de terre ; voilà le spacieux atelier où la mère, libre de ses mouvements, a boulangé le pain du futur nourrisson.

Par sa forme et son volume, ce pain stercoral rappelle exactement ces petites poires de la Saint-Jean qui, par leur coloration vive, leur arome, leur précocité, font la joie de la marmaille. La grosseur en est variable dans d'étroites limites. Les plus fortes dimensions donnent 45$^{mm}$ de longueur sur 35$^{mm}$ de largeur ; les moindres

présentent 35$^{mm}$ de longueur sur 28$^{mm}$ de largeur. Sans avoir le poli du stuc, la surface, d'une régularité parfaite, est soigneusement lissée sous une mince souillure due au contact de la terre. Molle au début comme de l'argile plastique, alors qu'elle est de préparation récente, la miche pyriforme acquiert bientôt par la dessiccation une robuste croûte qui ne cède plus sous la pression des doigts.

Quelle pâte travaille la boulangerie du Scarabée ? Le cheval, le mulet sont-ils les fournisseurs de son pétrin ? En aucune manière. Chacun s'y attendrait cependant en voyant l'insecte puiser avec tant de zèle, pour son propre usage, au grenier d'abondance d'une ordinaire bouse. C'est là qu'il confectionne d'habitude la pilule roulante qu'il ira consommer dans quelque retraite sous le sable.

Si le pain grossier bourré d'aiguilles de foin lui suffit, pour sa famille il est autrement délicat. Il lui faut alors la fine pâtisserie, de nutrition riche, de digestion facile ; il lui faut la manne ovine, non celle que le mouton de tempérament sec dissémine en traînées d'olives noires, mais celle qui, élaborée dans un intestin moins aride, se moule en biscuits d'une seule pièce. Voilà la matière voulue, la pâte exclusivement employée dans mon voisinage abondant en moutons.

Ce n'est plus ici le maigre et filandreux produit du cheval ; c'est chose onctueuse, plastique, homogène, tout imprégnée de sucs nutritifs. Par sa plasticité, sa finesse, elle se prête à merveille à l'œuvre artistique de la poire ; par ses qualités alimentaires, elle convient à la délicatesse d'estomac du nouveau-né. Sous un petit volume, le ver y trouvera réfection abondante. Ainsi s'explique l'exiguïté des poires alimentaires, si mignonnes pour un consommateur glouton et de grande taille.

Où est l'œuf dans cette masse alimentaire, si originalement configurée ? Volontiers on le caserait au centre de la grosse panse arrondie. Ce point central est le mieux

défendu contre les éventualités du dehors, le mieux doué en température régulière. De plus, le ver naissant y trouverait de tous côtés couche profonde de nourriture et ne serait pas exposé aux méprises des premières bouchées. Tout étant pareil autour de lui, il n'aurait pas à choisir, chose souvent aléatoire, dangereuse. L'emplacement central semble donc fort rationnel, à tel point que je m'y suis laissé prendre.

Dans la première poire que j'ai explorée, mince couche par mince couche, avec la lame d'un canif, j'ai cherché l'œuf au centre de la panse, presque certain de l'y trouver. A ma grande suprise, il n'y était pas. Le ventre de la poire n'est pas creux, il est plein. Il constitue un amas nourricier continu, homogène. Mes déductions, que tout observateur à ma place auraient certainement partagées, semblaient très rationnelles ; le Scarabée pourtant est d'un autre avis. Nous avons notre logique, dont nous sommes assez orgueilleux ; le pétrisseur de fiente a la sienne, supérieure à la nôtre en cette occurrence. Il a sa clairvoyance, sa prévision des choses, et place l'œuf ailleurs. Où donc ? — Dans la partie rétrécie de la poire, dans le col, tout à l'extrémité. Coupons ce col en long, avec les précautions nécessaires pour ne pas endommager le contenu. Il est creusé d'une niche à parois luisantes et et polies. Voilà le tabernacle du germe, la chambre d'éclosion.

L'œuf, fort gros relativement à la taille de la pondeuse, est un ovale allongé, blanc, de $10^{mm}$ environ de longueur. Un léger intervalle vide le sépare de tous côtés des murailles de la chambre. Aucun contact avec la paroi, si ce n'est à l'extrémité la plus rapprochée de la surface. En ce point l'œuf adhère au sommet de la niche, séparé du dehors par une cloison feutrée et poreuse mesurant à peine un millimètre d'épaisseur.

Nous voilà renseignés. Essayons maintenant de voir clair dans la logique du Scarabée. Rendons-nous compte

de la nécessité de la poire, configuration si étrange dans l'industrie entomologique ; cherchons l'utilité du singulier emplacement de l'œuf.

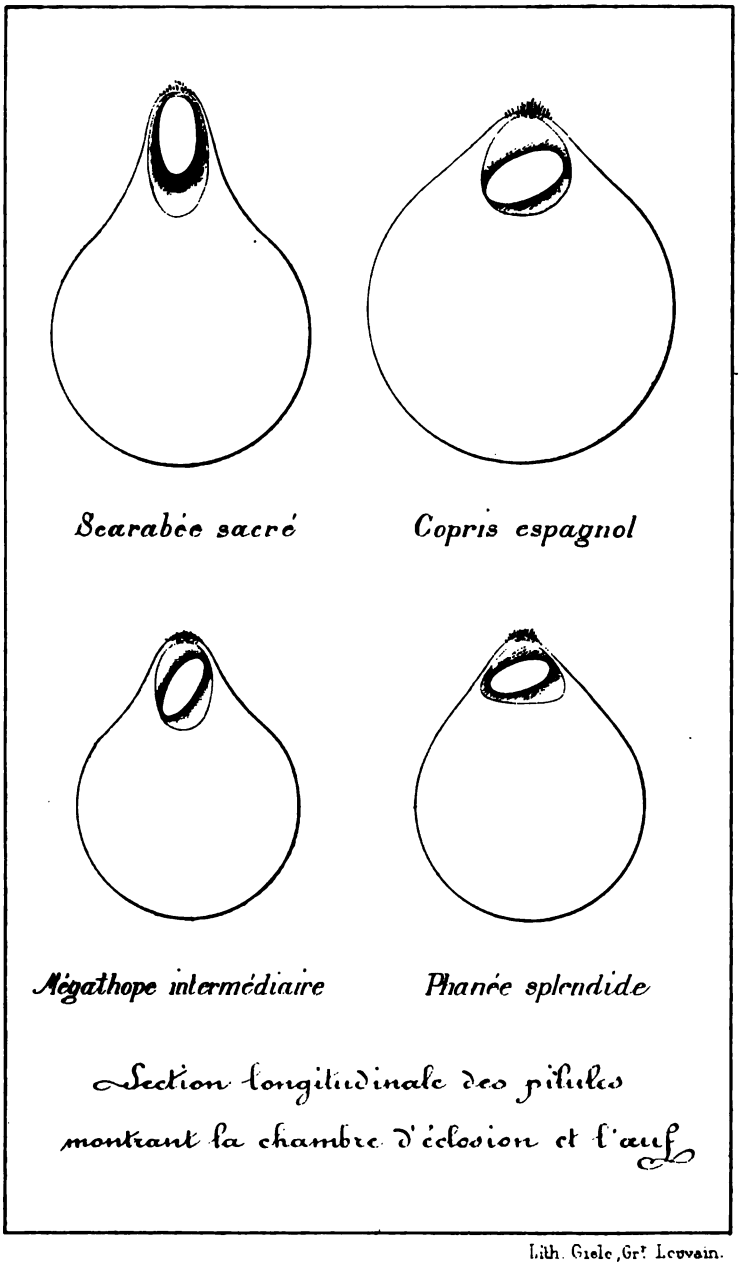
Il est périlleux, je le sais, de s'aventurer sur le terrain du comment et du pourquoi des choses. On s'enlise aisément en ce mystérieux domaine où le sol mobile, cédant sous les pieds, engloutit le téméraire dans la bourbe de l'erreur. Faut-il, à cause du danger, renoncer à pareilles incursions ? Et pourquoi ? Notre science, si grandiose comparée à la faiblesse de nos moyens, si misérable en face des limbes sans bornes de l'inconnu, notre science, que sait-elle de l'absolue réalité des choses, de l'absolue vérité ? Rien. Le monde nous intéresse uniquement par les idées que nous nous en formons. L'idée disparue, tout devient néant.

Un ramassis de faits n'est pas la science : c'est un froid catalogue. Il faut dégeler cela, le vivifier au foyer de l'âme ; il faut faire intervenir l'idée et les lueurs de la raison ; il faut interpréter. Laissons-nous aller sur cette pente pour expliquer l'œuvre du Scarabée. Peut-être prêterons-nous à l'insecte notre propre logique. Il n'en sera pas moins remarquable, après tout, de voir merveilleusement concorder ce que nous dicte la raison avec ce que l'instinct dicte à la bête.

Un grave danger menace le Scarabée sacré sous sa forme de larve : c'est la dessiccation des vivres. La crypte où se passe la vie larvaire a pour plafond une couche de terre d'un décimètre d'épaisseur à peu près. Que peut ce mince écran contre les chaleurs caniculaires qui gercent le sol, le cuisant comme brique ou le réduisant en cendre à une profondeur bien plus considérable ? La demeure du ver acquiert alors température brûlante. Quand j'y plonge la main dans mes fouilles, je sens des effluves d'étuve.

Les vivres, pour peu qu'ils aient à durer trois ou quatre semaines, sont donc exposés à se dessécher jusqu'à devenir immangeables. Lorsque, au lieu du pain tendre du début,

# La Nidification du Scarabée Sacré.




Lith. Giele, Gr.t Louvain.

il ne trouve plus sous la dent qu'un croûton rebutant, rendu inattaquable par sa dureté de caillou, le malheureux ver doit périr de famine.

Il périt, en effet. J'ai trouvé, et en nombre, de ces victimes du soleil, qui, après avoir largement entamé les vivres frais et s'y être creusé une loge, avaient succombé, ne pouvant plus mordre sur les provisions trop durcies. Il restait une épaisse coque, sorte de marmite où s'était cuit et ratatiné le misérable.

Consultons une expérience précise. En juillet, époque d'active nidification, j'installe dans des boîtes en carton ou en lamelles de sapin une douzaine de poires exhumées du lieu d'origine le matin même. Ces boîtes, bien closes, sont déposées à l'ombre, dans mon cabinet où règne la température du dehors. Eh! bien, dans aucune l'éducation n'aboutit. Tantôt l'œuf se flétrit ; tantôt le ver éclôt mais ne tarde pas à périr. Au contraire, dans des boîtes en fer-blanc, dans des bocaux en verre, les choses marchent très bien ; pas une éducation n'échoue.

D'où proviennent ces différences ? Tout simplement de ceci : avec la haute température de juillet, l'évaporation marche vite sous l'écran perméable de carton ou de sapin ; la poire alimentaire se dessèche et le vermisseau périt de famine. Dans les boîtes imperméables de fer-blanc, dans les récipients en verre, l'évaporation ne se fait pas, les vivres conservent leur mollesse, et les vers prospèrent aussi bien que dans le terrier natal.

Pour conjurer le péril de la dessiccation, l'insecte a deux moyens. Et tout d'abord il comprime la couche extérieure de toute la vigueur de ses robustes brassards, pour en faire disparaître la porosité, cause de déperdition de la fraîcheur ; il en fait une écorce protectrice plus homogène, plus serrée que la masse centrale. Si je romps une boîte de vivres desséchée, cette écorce se détache ordinairement de façon nette et laisse à nu le noyau du centre. Le tout rappelle à l'esprit la coquille et l'amande d'une très grosse

noisette. La pression de la mère, manipulant sa poire, a gagné la couche superficielle sur une épaisseur de quelques millimètres, et de là est résultée l'écorce ; plus loin, la pression ne s'est pas propagée, et de là provient le volumineux noyau central. Au fort des chaleurs de l'été, pour le conserver frais, ma ménagère tient le pain dans une grande jarre close. Ainsi fait l'insecte à sa manière.

Cette écorce, cette jarre ne suffit pas. Le Scarabée va plus loin, et son instinct en fait un géomètre capable de résoudre un beau problème de minimum. Toutes les autres conditions restant les mêmes, l'évaporation est évidemment proportionnelle à l'étendue de la surface évaporante. Il faut alors donner à l'amas alimentaire la moindre surface possible pour diminuer d'autant la déperdition d'humidité. Il faut néanmoins que cette moindre surface englobe la plus grande somme de matériaux nourriciers afin que le ver y trouve réfection suffisante. Or quelle est la forme qui, sous la moindre superficie, enclôt le plus grand volume ? — C'est la sphère, répond la géométrie.

Le Scarabée façonne donc la ration du ver en sphère, étant négligé pour le moment le col de la poire ; et cette forme ronde n'est pas le résultat de conditions mécaniques aveugles, imposant à l'ouvrier une configuration inéluctable ; ce n'est pas l'effet brutal d'un roulement sur le sol. Il est aisé de voir l'insecte façonner en boule exacte, sans le remuer de place, le butin qu'il doit aller consommer lui-même à distance. La forme ronde de l'ordinaire pilule, la seule connue jusqu'ici, est antérieure au roulement. Par des artifices d'observation que je vous passerai sous silence, il m'a été possible d'assister aux mystères du travail souterrain. La poire destinée au ver est manipulée au fond de la loge. Elle ne subit pas de roulis ; elle n'est pas même déplacée. Le Scarabée lui donne la configuration requise exactement comme le ferait un artiste modeleur façonnant sa glaise sous le pouce.

Tel qu'il est outillé, l'insecte serait capable d'obtenir

facilement d'autres formes, de dessin moins délicat que son œuvre en poire. Il pourrait, par exemple, confectionner le grossier cylindre, le boudin en usage chez les Géotrupes; il pourrait, simplifiant le travail à l'extrême, laisser le morceau sans forme déterminée, au hasard des trouvailles. Les choses n'en marcheraient que plus vite et laisseraient plus de loisirs pour les fêtes au soleil. Mais non : le Scarabée adopte exclusivement la sphère, si difficultueuse dans sa précision ; il agit comme s'il connaissait à fond les lois de l'évaporation et de la géométrie.

Reste à se rendre compte du col de la poire. Quels pourraient bien être son rôle, son utilité ? — La réponse s'impose, en pleine évidence. Le col contient l'œuf, dans la chambre d'éclosion. Or tout germe, de la plante aussi bien que de l'animal, a besoin d'air, primordial stimulant de la vie. Pour laisser pénétrer le comburant vivificateur, la coquille de l'œuf de l'oiseau est criblée d'une infinité de pores. La poire du Scarabée est comparable à l'œuf de la poule.

Sa coquille, c'est l'écorce durcie par la compression en vue d'éviter dessiccation trop prompte ; son amas nourricier, son jaune, son vitellus, c'est la molle boule abritée sous l'écorce ; sa chambre à air, c'est la loge terminale, la niche du col, où l'air enveloppe le germe de partout.

Pour les échanges respiratoires, où serait-il mieux, ce germe, que dans sa chambre d'éclosion, plongeant en promontoire dans l'atmosphère et laissant libre jeu au va-et-vient gazeux à travers sa mince paroi que clôture au sommet un tampon de feutre, aisément perméable ?

Au centre de l'amas, l'aération est, au contraire, difficultueuse. L'écorce durcie ne possède pas les pores de la coquille d'un œuf, et le noyau central est matière compacte. L'air y pénètre néanmoins, car tout à l'heure le ver y pourra vivre, le ver, organisation robuste, moins exigeante en délicatesses que ne le sont les premiers tressaillements de la vie.

Où la larve grandelette prospère, l'œuf périrait étouffé. Ceci le prouve. Dans un petit flacon à large goulot, je tasse de la fiente de mouton, le mets requis en cette occurrence. Avec le bout d'une menue baguette que j'y plonge, j'obtiens un puits qui représentera la chambre d'éclosion. Un œuf, prudemment déménagé de sa loge naturelle, est transvasé dans ce puits. Je clos l'orifice et surmonte le tout d'une épaisse couche de la même matière tassée.

Voilà bien, à la forme près, artificiellement reproduite la pelote du Scarabée ; seulement, dans ce cas, l'œuf est au centre de l'amas, lieu que des considérations trop précipitées nous avaient fait juger tantôt le mieux propice. Eh ! bien, ce point de notre élection est mortel ; l'œuf y périt. Que lui a-t-il manqué ? Aération convenable.

Largement enveloppé par la froide et gluante masse, mauvaise conductrice de la chaleur, il n'a pas eu non plus la douce température que réclame l'éclosion. Outre l'air, il faut à tout germe la chaleur. Pour se rapprocher autant que possible de la couveuse, le germe de l'œuf de l'oiseau occupe la surface du jaune, et, grâce à son extrême mobilité, gagne toujours le haut, n'importe la position de l'œuf. Ainsi se met mieux à profit le calorifère maternel accroupi sur la couvée.

Avec l'insecte, la couveuse est la terre, que chauffe le soleil. Son germe, lui aussi, se rapproche du calorifère ; il va chercher son étincelle de vie au voisinage de l'universelle couveuse ; au lieu de rester noyé au centre de l'inerte amas, il prend place au sommet d'un mamelon saillant que baignent de tous côtés les tièdes effluves du sol.

J'avançais tantôt que le pétrisseur de fiente se comportait avec une logique défiant la nôtre. Au point où nous en sommes, mon affirmation doit avoir perdu sa tournure paradoxale. Il y a mieux.

Soumettons le problème suivant aux lumières de notre

raison : un germe est accompagné d'une masse de vivres que la dessication peut rapidement mettre hors d'usage. Comment sera façonnée la masse alimentaire ? Où sera logé l'œuf pour recevoir aisément l'influence indispensable de l'air et de la chaleur ?

Il a été déjà répondu à la première question du problème. Sachant que l'évaporation est proportionnelle à l'étendue de la surface évaporante, notre raison dit : les vivres seront façonnés en boule, parce que la forme sphérique est celle qui enclôt le plus de matière sous la moindre surface.

Quant à l'œuf, puisqu'un fourreau protecteur lui est nécessaire afin d'éviter tout blessant contact, il sera établi dans une gaine cylindrique de faible épaisseur, et cette gaine sera implantée sur la sphère.

Ainsi sont remplies les conditions requises : les vivres conglobés en sphère se maintiennent frais ; l'œuf, protégé par un mince étui cylindrique, reçoit sans entraves l'influence de l'air et de la chaleur. Le strict nécessaire est obtenu, mais c'est fort laid. L'utile ne s'est pas préoccupé du beau.

Un artiste reprend l'œuvre brutale du raisonnement. Il remplace le cylindre par un demi-ellipsoïde, de forme bien plus gracieuse ; il raccorde cet ellipsoïde avec la sphère par une élégante surface courbe, et le tout devient la poire, la gourde avec col. Maintenant c'est œuvre d'art ; c'est beau, réellement beau.

Reconnaissons-le : le Scarabée fait précisément ce que nous dicte l'esthétique. Y aurait-il pour lui aussi une esthétique ? Peut-il apprécier l'élégance de sa poire ? Certes, il ne la voit pas : il la manipule dans de profondes ténèbres ; mais il la touche. Pauvre tact que le sien, rudement vêtu de corne, mais non insensible après tout aux contours doucement amenés. Qu'il y ait pour le Scarabée un beau et un laid, nul, en pleine connaissance de cause, n'oserait dire oui ; nul non plus n'oserait dire non. C'est

question insoluble, l'unique juge ici ne pouvant être consulté.

Après tout, la réponse pourrait bien être d'une extrême simplicité. Que sait la fleur des magnificences de sa corolle, que sait la neige de ses exquises étoiles à six rayons ? Comme la fleur et la neige, le Scarabée pourrait bien ignorer le beau, pourtant son œuvre. Le beau est partout, mais à la condition expresse qu'il y ait un œil apte à le voir.

Pour son chef-d'œuvre, le sculpteur entre en loge. Ainsi fait le Scarabée. Il s'enferme au fond de sa crypte pour modeler de la patte, dans le recueillement, les matériaux plastiques. Une sphère parfaite est d'abord obtenue, sans aucune intervention du roulement, puis, en un point de la surface du globe, un cratère à grosses lèvres est excavé. Au fond de cette coupe, l'œuf est alors pondu. Finalement l'insecte reprend le bourrelet de l'excavation, l'étire, l'amincit, l'allonge et le façonne à petits coups en col de poire. Un étroit orifice reste au bout. Le modeleur l'obture avec un tampon de brins filamenteux ratissés un peu de partout à la surface. Ce bouchon de feutre, aisément perméable, laisse à l'œuf l'aération nécessaire. A regret, je passe vite sur ce délicat travail souterrain dont l'exposition circonstanciée nous entraînerait trop loin.

Ce n'est pas résultat de maigre portée philosophique que de montrer l'insecte réalisant, avec son instinct, en faveur de son œuf, ce que nous conseillerait la raison mûrie par l'expérience et l'étude ; aussi un scrupule me prend, éveillé par l'austérité scientifique. Non que je tienne à donner à la science aspect rébarbatif : ma conviction est qu'on peut écrire d'excellentes choses sans accabler qui vous lit sous une lourde et barbare terminologie. La clarté est la souveraine politesse imposée à qui manie une plume. J'y veille de mon mieux ; aussi le scrupule qui m'arrête est-il d'un autre ordre.

Je me demande si je ne suis pas ici dupe d'une illusion.

Je me dis : les Scarabées sont des confectionneurs de pilules en plein air. C'est là leur métier, imposé on ne sait comment, peut-être par l'organisation, en particulier par les longues pattes, les postérieures surtout, courbes ainsi que les branches d'un compas sphérique. Lorsqu'ils travaillent pour l'œuf, quoi d'étonnant s'ils continuent, sous terre, leur spécialité d'artisans en boules ? Abstraction faite du col de la poire, détail d'interprétation autrement difficultueuse, il resterait la masse la plus importante pour le volume, la masse globuleuse, répétition de ce que l'insecte fait hors de son terrier, sans préoccupation aucune de la larve ; il resterait la pelote avec laquelle l'insecte joue au soleil sans en tirer parfois d'autre parti.

Que vient alors faire ici la forme globulaire, présentée comme la plus efficace contre la dessiccation ? Physiquement cette propriété de la sphère est incontestable ; mais cette forme n'a qu'une concordance fortuite avec la difficulté vaincue. L'animal, organisé pour faire rouler des boules à travers champs, façonne encore des boules sous terre. Si le ver s'en trouve bien en ayant toujours du pain tendre sous les mandibules, tant mieux pour lui, mais n'en glorifions pas l'instinct de la mère.

Pour achever de me convaincre, il me faudrait un bousier de belle prestance, complètement étranger à l'art pilulaire dans les conditions de la vie courante, et qui néanmoins, quand vient le moment de la ponte, conglobe sa récolte par un brusque revirement de ses habitudes. Mon voisinage en possède-t-il de pareils? — Oui. C'est même le plus beau après le Scarabée sacré : c'est le Copris espagnol, si remarquable par l'extravagante corne dont sa tête est surmontée, simple parure et non instrument.

Courtaud, ramassé dans une rondelette épaisseur, lent d'allures, en voilà certes un d'étranger à l'allègre gymnastique du Scarabée. Ses pattes, de longueur fort médiocre, cachées sous le ventre à la moindre alerte, ne supportent aucune comparaison avec les échasses du pilulaire sacré.

Rien qu'à leur forme raccourcie, sans souplesse, on devine aisément que l'insecte n'aime pas les pérégrinations avec les embarras d'une boule roulante. Le Copris est, en effet, d'humeur sédentaire.

Une fois des vivres trouvés, de nuit ou bien au crépuscule du soir, il creuse son terrier sous le monceau. C'est un antre où pourrait trouver place une orange et communiquant au dehors par un vestibule de quelques pouces de profondeur. Là s'emmagasine, brassée par brassée, la matière qui forme toiture ou du moins se trouve sur le seuil de la porte. Ainsi s'engouffre, sans forme déterminée aucune, un volume de vivres énormes, éloquent témoin de la gloutonnerie de l'insecte. Tant que dure le trésor, le Copris ne reparaît plus à la surface, tout entier aux plaisirs de la table. L'ermitage ne sera abandonné qu'après épuisement du garde-manger. Alors recommencent, le soir, les recherches, les trouvailles et les fouilles pour un nouvel établissement temporaire.

Avec ce métier d'enfouisseur sans manipulation préalable, il est évident que le Copris ignore à fond, pour le moment, l'art de pétrir et de modeler un pain globulaire. Les pattes courtes, à mouvements gauches, sans ampleur, semblent, du reste, devoir exclure radicalement art pareil.

En mai, juin au plus tard, arrive la ponte. L'insecte, si dispos à faire lui-même ventre de toute ordure, devient difficile lorsqu'il s'agit de doter sa famille. Comme au Scarabée, il lui faut alors le produit mollet du mouton déposé en une seule pièce. Même copieux, le gâteau est enfoui sur place dans sa totalité ; nul vestige n'en reste à l'extérieur. L'économie exige que l'on recueille jusqu'aux miettes.

On le voit : nul voyage, nul charroi, nul préparatif. Le morceau est descendu en cave par brassées et au point même où il gît. L'insecte répète en vue de sa larve ce qu'il faisait travaillant pour lui-même.

Quant au terrier, que signale une volumineuse taupinée,

c'est une grotte spacieuse, creusée à une paire de décimètres de profondeur. J'y reconnais plus de large, plus de perfection qu'aux chalets temporaires habités par le Copris en temps de festin.

Or que trouve-t-on dans ce manoir où se descendent les vivres par charges si nombreuses ? Un amas confus, un tas de lopins disjoints ? Pas le moins du monde. Si l'on a laissé à l'insecte le loisir de disposer sa récolte à sa guise, on y trouve une pièce unique, une miche énorme qui remplit la loge moins un étroit couloir tout autour, juste suffisant à la circulation de la mère.

Cette pièce, vrai gâteau des rois, n'a pas de forme fixe. J'en trouve d'ovoïdes, rappelant l'œuf de la dinde pour la forme et le volume ; j'en rencontre en ellipsoïdes aplatis semblables au vulgaire oignon ; j'en constate de presque ronds, qui font songer aux fromages de Hollande ; j'en vois qui, circulaires et légèrement renflés à la face supérieure, imitent les fougasses à l'huile du paysan provençal. Dans tous les cas, la surface en est lisse, régulièrement courbe.

On ne peut s'y tromper : la mère a rassemblé, pétri en un seul bloc les nombreux fragments rentrés l'un après l'autre ; de toutes les miettes effilochées que nous l'avons vue râtisser puis descendre, elle a fait pâte homogène en brassant, piétinant, amalgamant le monceau. A bien des reprises je surprends la boulangère au-dessus de la colossale miche. Elle va, revient sur la convexe surface mesurant parfois un décimètre d'ampleur ; elle tapote la masse, l'affermit, l'égalise.

L'assiduité, la patience de la pétrisseuse me font soupçonner un détail d'industrie auquel j'étais loin de songer. Pourquoi tant de soins à ce bloc, pourquoi si longue attente avant de l'employer ? Une semaine et davantage se passe, en effet, avant que l'insecte, toujours foulant et lissant, se décide à mettre en œuvre son amas.

Lorsqu'il a malaxé sa pâte au degré voulu, le boulanger

la rassemble en un seul monceau dans un coin du pétrin. Au sein du bloc volumineux couve mieux la chaleur de la fermentation panaire. Le Copris connaît ce secret de boulangerie. Il conglobe en pièce unique l'ensemble de ses récoltes, il pétrit soigneusement le tout en une miche provisoire à laquelle il donne le temps de se bonifier par une fermentation qui rend la pâte plus sapide et lui donne un degré de consistance favorable aux manipulations ultérieures. Tant que n'est pas accompli le chimique travail, mitron et Copris attendent. Pour l'insecte, c'est long : une semaine pour le moins se passe.

C'est fait. Le mitron subdivise son bloc en pâtons dont chacun deviendra un pain. Le Copris en fait autant. Au moyen d'une entaille circulaire pratiquée par la lame du chaperon et les scies des pattes antérieures, il détache de la pièce un lambeau ayant le volume réglementaire. Pour ce coup de tranchoir, pas d'hésitation, pas de retouches qui augmentent ou retranchent. D'emblée et d'une coupure nette, le pâton est obtenu avec la grosseur requise.

Il s'agit maintenant de le façonner. L'enlaçant de son mieux de ses courtes pattes, bien gauches pour pareil ouvrage, l'insecte l'arrondit par le seul moyen de la pression. Gravement il se déplace sur la pilule informe encore, il monte et il descend, il tourne à droite et à gauche, en dessus et en dessous ; il presse méthodiquement un peu plus ici, un peu moins ailleurs ; il retouche avec une inaltérable patience ; et voici qu'au bout de vingt-quatre heures, le pâton anguleux est devenu sphère parfaite de la grosseur d'une forte prune. Dans un coin de son atelier encombré, l'artiste courtaud, ayant à peine le large pour se mouvoir, a terminé son œuvre sans l'ébranler une fois sur sa base ; avec longueur de temps et patience, il a obtenu la sphère géométrique que

sembleraient devoir lui refuser son gauche outillage et son étroit espace.

Longtemps encore l'insecte perfectionne, polit amoureusement son globe, passant et repassant avec douceur la patte jusqu'à ce que le moindre brin saillant ait disparu, noyé dans la masse. Ses scrupules, ses méticuleuses retouches semblent ne devoir jamais finir. Vers la fin du second jour cependant, la sphère est jugée irréprochable. La mère monte sur le dôme de son édifice ; elle y creuse, toujours par la simple pression, un cratère de peu de profondeur. Dans cette cuvette l'œuf est pondu.

Puis avec une circonspection extrême, une délicatesse surprenante en des outils si rudes, les lèvres du cratère sontrapprochées pour faire voûte au-dessus de l'œuf. La mère lentement tourne, ratisse un peu de la patte, ramène la matière vers le haut, achève de clôturer. C'est ici travail délicat entre tous. Une pression non mesurée, un refoulement intempestif pourraient compromettre le germe sous son mince plafond. De temps en temps le travail de clôture est suspendu. Immobile, le front baissé, la mère semble ausculter ce qui se passe là-dessous. Tout va bien et la patiente manœuvre recommence : fin ratissage de flancs en faveur du sommet, qui s'effile un peu, s'allonge et se clôt d'un tampon de feutre perméable. Un ovoïde dont le petit bout est en haut remplace de la sorte la sphère primitive. La chambre d'éclosion avec l'œuf se trouve sous le mamelon tantôt plus, tantôt moins saillant et toujours marqué d'une petite aréole circulaire, indice du bouchon poreux à travers lequel l'air peut filtrer.

Vingt-quatre heures se dépensent en ce minutieux travail. Total : quatre fois le tour du cadran et parfois davantage pour confectionner la sphère, l'excaver d'une cuvette, déposer l'œuf et l'enclore par la transformation de la sphère en ovoïde. L'insecte revient alors à la miche entamée. Il en détache un second lopin qui, par les

mêmes manipulations, devient ovoïde peuplé d'un œuf. L'excédent suffit pour un troisième ovoïde, assez souvent même pour un quatrième.

La ponte est finie. Laissons la mère à ses soins de ménage et revenons au sujet principal de cette étude. Le Copris, expert confectionneur de sphères au moment de la ponte, nous fournit, autant qu'il est en notre pouvoir de sonder la vérité, la démonstration du théorème qui éveillait nos scrupules. Voilà un insecte non outillé pour l'art pilulaire, art d'ailleurs inutile à son individuelle prospérité. Aucune aptitude, aucune propension en lui pour le pétrissage d'une nourriture qu'il enfouit et consomme telle qu'elle est trouvée ; ignorance totale de la sphère et de ses propriétés relatives à la conservation des vivres frais ; et brusquement, par une inspiration que rien dans la vie courante n'a préparé, la mère moule en sphère, en ovoïde, le legs qu'elle fait à son ver. De sa patte courte, maladroite, elle configure en solide savant le pain de ses fils.

Comment fait-elle, la courtaude, pour régler l'exacte géométrie de sa pièce? Le Scarabée a ses longues jambes qui enlacent l'ouvrage dans les branches d'un compas. Mais elle, dépourvue de l'envergure nécessaire à l'enlacement, ne trouve dans son outillage aucune ressource favorable à la sphéricité. Juchée sur le ventre du globe, elle le travaille point par point ; elle retouche, elle corrige avec une application qui supplée l'outil défectueux ; elle juge de la correction de la courbure par des examens tactiles d'un bout à l'autre de la pièce. Sa persévérance vient à bout de ce que sa gaucherie semblerait devoir lui refuser.

Alors une question naît sur toutes les lèvres. Pourquoi ce brusque changement dans les habitudes de l'insecte? pourquoi cette infatigable patience dans un travail que devrait exclure l'inhabile outillage disponible? à quoi bon cette forme ronde dont la perfection excède la mère?

A ces demandes, je ne vois qu'une réponse : la conservation des vivres à l'état de fraîcheur exige la sphéricité.

Remettons-le en l'esprit : le Copris nidifie pendant les ardeurs de l'été, à quelques pouces de profondeur. Dans la grotte, alors étuve, les vivres deviendraient rapidement immangeables si la mère ne leur donnait la forme la moins exposée à l'évaporation et ne les protégeait d'une écorce obtenue par pression. Très différent du Scarabée par ses mœurs et sa structure, mais exposé aux mêmes périls dans son état larvaire, le Copris, pour conjurer le danger, adopte les principes dont nous avons fait ressortir la haute sagesse.

Courir le monde, terres et mers, d'un pôle à l'autre, interroger la vie sous tous les climats dans l'infinie variété de ses manifestations, voilà certes, pour qui sait voir, chance superbe ; voilà le magnifique rêve de mes jeunes années, alors que Robinson faisait mes délices. Aux illusions roses, si riches de voyages, ont promptement succédé les réalités maussades et casanières. Les jungles de l'Inde, les forêts vierges du Brésil, les hauts plateaux des Andes, aimés du Condor, se sont réduits, comme champ d'exploration, à un carré de cailloux enclos de quatre murs.

Le ciel me garde de m'en plaindre. La moisson des idées n'impose pas expéditions lointaines. Jean-Jacques herborisait dans le bouquet de mouron servi à son serin ; Bernardin de Saint-Pierre découvrait un monde sur un fraisier venu par hasard en un coin de sa fenêtre ; Xavier de Maistre, usant d'un fauteuil comme berline, entreprenait, autour de sa chambre, un voyage des plus célèbres.

Cette façon de voir du pays est dans mes moyens, abstration faite de la berline, difficile à conduire à travers les broussailles. Je fais et cent fois refais le périple de l'enclos par petites étapes ; je stationne chez l'un, chez l'autre ; patiemment j'interroge, et de loin en loin j'obtiens quelques lambeaux de réponse.

La moindre bourgade m'y est devenue familière. J'y connais toute brindille où perche la Mante religieuse,

tout buisson où doucement stridule le pâle Grillon d'Italie, dans le calme des nuits estivales ; tout brin d'herbe vêtu d'ouate, que ratisse l'Anthidie manufacturière en sachets de coton ; tout fourré de lilas et de rosiers exploité par la Mégachile, coupeuse de feuilles.

Si le cabotage dans les coins et recoins du jardin ne suffit pas, un voyage au long cours me fournit ample tribut. Je double le cap des haies voisines, et, à quelques cents mètres, j'entre en relation avec le Scarabée, le Copris, le Minotaure, le Capricorne et tant d'autres dont l'histoire épuiserait une vie humaine.

Certes, j'en ai bien assez, j'en ai même trop avec mes proches voisins, sans aller pérégriner en des régions lointaines. Et puis d'ailleurs, courir le monde, disperser son attention sur une foule de sujets, ce n'est pas observer. L'entomologiste qui voyage peut piquer dans ses boîtes de nombreuses espèces, joie du nomenclateur et du collectionneur ; mais faire récolte de documents circonstanciés sur les instincts, c'est tout autre chose. Juif-errant de la science, il n'a pas le loisir de s'arrêter. Lorsque, pour étudier tels et tels faits, un séjour prolongé lui serait nécessaire, l'étape suivante le presse. N'allons pas lui demander l'impossible en de pareilles conditions. Qu'il épingle sur ses tablettes de liège, qu'il macère dans ses bocaux de tafia, et qu'il laisse aux sédentaires l'observation patiente, dispendieuse en temps.

Ainsi s'explique l'extrême pénurie de l'histoire en dehors des arides signalements du nomenclateur. Nous accablant de son nombre, l'insecte exotique garde presque toujours le secret de ses mœurs. Il conviendrait cependant de comparer ce qui se passe sous nos yeux avec ce qui se passe ailleurs ; il serait excellent de voir de quelle façon, dans une même corporation de travailleurs, varie l'instinct fondamental lorsque varient les conditions climatériques.

Alors le regret des voyages me revient, plus vain aujourd'hui que jamais, à moins de trouver place sur le

tapis dont nous parlent les *Mille et une nuits*, ce fameux tapis où il suffit de s'asseoir pour être transporté où bon nous semble. O le merveilleux véhicule, bien préférable à la berline de Xavier de Maistre ! Pourvu que j'y trouve un tout petit coin, avec billet d'aller et de retour !

Je le trouve, en effet. Cette fortune inespérée, je la dois à un Frère des écoles chrétiennes, au frère Judulien du collège De la Salle, à Buenos-Ayres. Sa modestie s'offenserait des éloges que lui doit son obligé. Disons seulement que, sur mes indications, ses yeux remplacent les miens. Il cherche, il trouve, il observe ; il m'envoie ses notes et ses trouvailles. Je cherche, je trouve, j'observe avec lui par correspondance.

C'est fait : grâce à l'excellent collaborateur, j'ai place sur le tapis enchanté, et me voici dans les pampas de la République Argentine, désireux de mettre en parallèle l'industrie des bousiers sérignanais avec celle de leurs émules dans l'autre hémisphère.

Là, sous les amples galettes bovines, travaille, comme ici, la tribu stercoraire, enthousiaste de ses hygiéniques fonctions. Parmi ces assainisseurs, le hasard des rencontres m'en fait distinguer deux. L'un est le *Phanée splendide*, véritable escarboucle dont les rutilances feraient pâlir le cuivre rouge. On est tout surpris de voir pareil bijou charger sa hotte d'ordure. C'est la gemme de feu dans un tas de fumier. Le mâle s'excave le corselet d'une large brèche et se met aux épaules des ailerons tranchants ; il s'implante sur le front une corne qui rivalise avec celle du Copris espagnol. Aussi riche d'éclat métallique, sa compagne n'a pas de bizarres atours, apanage exclusif de la coquetterie masculine chez les bousiers de la Plata comme chez les nôtres.

Le second est le *Mégathope intermédiaire*, d'un noir bleuâtre. Chaperon à pointes rayonnantes, pattes antérieures dilatées en palettes dentelées, configuration géné-

rale de notre Scarabée sacré, mais plus petit, plus faible : tel est l'insecte.

Or que font-ils, ces deux bousiers de l'autre monde ? Précisément ce que font, dans mon voisinage, le Copris et le Scarabée. Dans un terrier de faible profondeur, ils pétrissent, pour chaque larve, un pain dont les matériaux sont prélevés, non plus sur la manne du mouton exclu des pampas, mais bien sur les tourtes bovines.

Leur boulangerie ne change rien aux formes qui nous sont connues. Le Phanée adopte l'ovoïde du Copris ; le Mégathope préfère la poire du Scarabée et la convertit en gourde par un moindre relief du col. Immédiatement sous le pôle saillant de l'ovoïde, sous le mamelon de la gourde, est la chambre d'éclosion avec l'œuf. A l'extrême bout nettement se voit une aréole de matière non plastique et feutrée. C'est le tampon perméable qui clôt la chambre tout en permettant l'accès de l'air nécessaire à la respiration du germe. La partie renflée, de forme sphérique, est le garde-manger, comble d'abord, puis converti en cellule à mesure que la larve consomme.

Serais-je réellement sur les lieux, je ne verrais pas de façon plus nette la marche du travail. Courtaud comme le Copris, le Phanée emmagasine toujours sur place ; d'allure dégagée comme le Scarabée, mais rouleur médiocre, le Mégathope tantôt conglobe une pilule de charroi plus aisé, et tantôt, sur le chantier même d'exploitation, met en cave l'informe lopin tel qu'il vient de l'extraire du monceau.

Pour l'un et pour l'autre, c'est sous terre, dans le recueillement de la loge, que se fait le délicat travail de modelage. La matière est d'abord façonnée exactement en sphère, puis excavée d'un godet en un point de la surface. Ce godet reçoit l'œuf. Alors le râteau des pattes antérieures reprend les bords de la coupe, les étire, les amincit, les rapproche, et voilà le col de la gourde, le mamelon de l'ovoïde, qu'achève d'obturer un tampon d'arides parcelles, çà et là cueillies par ratissage.

En somme, c'est l'exacte répétition de ce que font notre Copris et notre Scarabée. Voir travailler l'artiste modeleur dans son atelier n'en apprendrait pas davantage ; l'œuvre seule suffit à nous instruire. Ainsi, dans l'autre hémisphère, avec des saisons renversées, un climat différent, des conditions biologiques dissemblables, le problème des conserves alimentaires se résout par une méthode identique avec celle en usage ici : le bousier donne aux vivres de la larve la forme sphérique qui, sous la moindre surface d'évaporation, contient le plus fort amas de matière. Comme ici encore, il donne au germe part convenable de chaleur et d'air en logeant l'œuf tout près de la superficie, sous la mince gaine du col de la gourde ou du mamelon de l'ovoïde.

Je livre aux méditations de la philosophie ces quatre fabricants de conserves rondes et les nombreux émules qu'ils ne peuvent manquer d'avoir ; je leur soumets ces inventeurs de la boîte de plus grand volume et de moindre surface pour des vivres exposés à se dessécher ; et je leur demande comment, dans le ténébreux intellect de la bête, peuvent éclore des inspirations si logiques, des prévisions aussi rationnelles.

J. H. Fabre.

---

# LE SPECTRE INFRA-ROUGE

## ET LE BOLOMÈTRE

---

Newton ne serait pas peu surpris, si, reparaissant pour un instant sur la scène scientifique, il avait sous les yeux une carte du spectre aujourd'hui connu. Non-seulement il admirerait ces raies sans nombre dont pas une ne l'avait frappé ; mais, ce qui l'étonnerait davantage, il verrait l'image du spectre s'allonger, s'allonger encore jusqu'à prendre des dimensions quinze et vingt fois plus grandes que celles qu'il lui donnait.

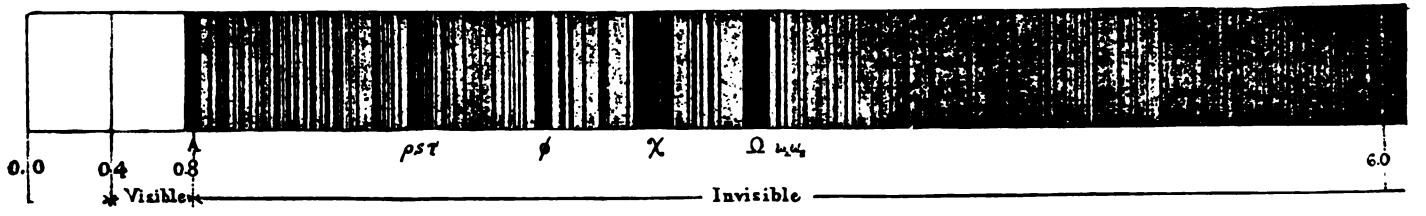
Pour lui, en deçà du violet ($\lambda = 0,42$) (1), au delà du rouge ($\lambda = 0,67$), il n'y avait plus rien. Aujourd'hui les recherches de MM. Cornu, Mascart, Schumann, etc. ont reculé les limites de l'ultra-violet jusqu'à $\lambda = 0,1$ environ. D'autre part, les travaux entrepris par M. Langley dans la région infra-rouge l'ont conduit à reconnaître des bandes et des raies dont la longueur d'onde atteint jusqu'à 6 microns et plus.

Sans nier la valeur des recherches faites dans les régions les moins réfrangibles du spectre antérieurement à la découverte du bolomètre, il faut avouer pourtant que leurs résultats sont bien minces si on les rapproche de

(1) Pour exprimer les longueurs d'onde $\lambda$, on a pris comme unité, dans le cours de ce travail, le micron ou millième de millimètre.

## COMPARAISON DE L'ÉTENDUE

## DES DIVERSES PARTIES DU SPECTRE NORMAL.




La partie explorée du spectre infra-rouge s'étend depuis $\lambda = 0,72$ jusque $\lambda = 6,0$. D'après M. Langley, le spectre calorifique se prolongerait au moins sur un espace cinq fois plus grand, jusque $\lambda = 30,0$.

Le spectre visible ne commence qu'à $\lambda = 0,72$ pour finir à $\lambda = 0,4$ environ.

Le spectre ultra-violet connu va de $\lambda = 0,4$ à $\lambda = 0,1$.

ceux qu'obtient M. Langley à l'aide de son merveilleux petit instrument. Aussi ne nous attacherons-nous qu'à cette dernière méthode, nous contentant d'esquisser à grands traits l'historique des autres travaux.

## I.

### HISTORIQUE DES RECHERCHES RELATIVES AU SPECTRE INFRA-ROUGE.

Retracer dans son entier l'historique de la partie invisible du spectre solaire, rappeler tous les procédés par lesquels, pour l'étudier, on a cherché à suppléer au défaut de la vue, redire le nom de tous les investigateurs habiles qui ont consacré à cette tâche une part de leurs labeurs, pareil but nous entraînerait nécessairement hors des limites d'un simple article. Nous ne le tenterons même pas. Nous citerons les méthodes principales dans leur ensemble et non dans le détail, renvoyant aux mémoires originaux le lecteur désireux d'approfondir ce sujet.

L'étude de la région infra-rouge du spectre a pris naissance avec ce siècle. En 1800, W. Herschel, promenant la tige d'un thermomètre sur le spectre solaire, remarque que la chaleur continue à se faire sentir au delà de la partie rouge. Bien plus, il s'aperçoit que cette action calorifique n'est pas partout la même, mais qu'elle passe par des maxima et des minima bien marqués. Il ne cherche pourtant pas à en relever la situation précise. Rien d'étonnant : le spectre visible lui-même n'avait pas encore été étudié à ce point de vue ; Wollaston n'avait pas encore découvert les raies spectrales ; Frauenhofer n'en avait pas encore dressé la carte.

En 1840, J. Herschel, fils de W. Herschel, proposa

pour les rayons les moins réfrangibles une méthode d'investigation très ingénieuse sinon très précise. Il enduisait de noir de fumée un côté d'une feuille de papier, qu'il imbibait ensuite d'éther ou d'alcool. Sur cette feuille encore mouillée il faisait tomber la partie infra-rouge d'un beau spectre prismatique. L'évaporation formait au verso de la feuille des taches inégalement distribuées qui marquaient des minima très sensibles dans l'action calorifique de ces rayons.

Vers la même époque, on remarqua qu'en interposant un verre bleu de cobalt entre l'œil et un bon spectre, la limite du rouge apparaissait beaucoup mieux. Les rayons les plus lumineux, les rayons jaunes, orangés et rouges, sont en effet absorbés par ce verre, et leur éclat qui empêchait de voir la partie plus obscure du spectre a disparu. C'est la méthode qui servit en 1860 à sir D. Brewster et à J. H. Gladstone pour dresser une carte du spectre infra-rouge (jusque $\lambda = 0,815$) restée longtemps sans rivale.

Comme dans la découverte de l'ultra-violet, la photographie a eu ici aussi son rôle, moins important, il est vrai, par le fait que les rayons infra-rouges ont un pouvoir actinique faible et ne peuvent par conséquent impressionner que difficilement une plaque sensible.

Vers la fin de 1840, Edm. Becquerel reconnaissait dans les rayons actiniques du spectre deux catégories distinctes. Les rayons du premier ordre, ou rayons excitateurs, possèdent selon lui la faculté de commencer et de continuer une réaction chimique ou une coloration. Dans le spectre solaire, ils sont compris (pour les sels d'argent) depuis le bleu jusqu'au delà du violet. Les rayons du second ordre, ou rayons continuateurs, possèdent seulement la faculté de continuer une réaction commencée sous l'influence des premiers. Ces rayons sont compris dans le spectre depuis le rouge jusqu'à la limite du vert et du bleu.

En 1841, M. Majocchi montra que la chaleur rayonnante pouvait également continuer une action chimique commencée sous l'action de la lumière.

Cinq ans plus tard, à la suite d'une communication de Lerebours faisant remarquer l'action retardatrice des rayons jaunes, orangés et rouges sur l'actinisme des rayons bleus et violets, Foucault et Fizeau donnaient connaissance à l'Académie de leurs recherches dans cette voie. Ils avaient déjà signalé, depuis près de deux ans (pli cacheté déposé le 9 décembre 1844), l'action neutralisante des rayons rouges et d'autres moins réfrangibles encore sur les couches sensibles lorsque la lumière a préalablement agi sur elles.

D'après eux, non seulement les rayons rouges ne continuent pas l'action commencée par les rayons bleus et violets, ils la détruisent au contraire. Draper inclinait dans ce sens. J. Herschel et E. Becquerel partageaient l'opinion opposée.

Sans vouloir trancher cette question délicate, qui sort d'ailleurs de notre sujet, notons la possibilité (quelle que soit l'opinion qu'on adopte) de déterminer sur une plaque déjà impressionnée par la lumière les maxima et les minima qui se trouvent dans la région rouge et même, comme l'expérience de Majocchi le fait prévoir, dans la région infra-rouge du spectre.

Et de fait, en 1843, Draper, projetant un spectre prismatique sur une plaque daguerrienne iodée et bromée, soumise en même temps à l'action d'une lumière diffuse faible, put obtenir la photographie de trois raies infra-rouges qu'il désigna par $\alpha$ (0,815), $\beta$ (0,893) et $\gamma$ (0,935).

Mais un autre procédé photographique devait rendre de plus précieux services.

En 1876, MM. H. C. Vogel et O. Lohse remarquèrent qu'en ajoutant au collodion d'une plaque sensible diverses matières organiques, telles que baume, résine, etc., on

parvenait à obtenir des impressions photographiques au moyen des parties les moins réfrangibles du spectre solaire coloré. Ils essayèrent divers hydrocarbures ; après plusieurs heures d'exposition, ils obtinrent la raie A marquée par un maximum qui empiétait sur l'infra-rouge. Craignant dans leur appareil spectral une réflexion secondaire, ils interposèrent un verre rouge entre la plaque et la source lumineuse ; la raie A fut alors marquée par un minimum. Mais toute impression photographique cessait au delà, et si subitement qu'ils croyaient ne pouvoir pas aller plus loin par la photographie.

Ils n'avaient sans doute pas connaissance des résultats obtenus l'année précédente par le capitaine Waterhouse. Celui-ci, au moyen de surfaces impressionnables teintes par une couleur bleue et préalablement exposées à la lumière diffuse, était parvenu à photographier avec beaucoup de netteté des raies et groupes de raies s'étendant jusqu'à la longueur d'onde 0,86.

La méthode photographique fut encore perfectionnée par le capitaine W. de W. Abney, aujourd'hui président de la « Physical Society ». Il publia en 1880 un important mémoire sur la photographie du spectre infra-rouge. Son procédé consistait dans une préparation toute spéciale de l'émulsion au bromure d'argent. Cinq ans plus tard, il publia en collaboration avec le professeur Rowland une carte des raies spectrales les moins réfrangibles, la meilleure sans contredit qui ait été dressée avant lui. Ce savant a poussé ses recherches dans le spectre prismatique jusque $\lambda = 1,59$ et dans le spectre normal (1) jusque $\lambda = 0,98$.

C'est dans une autre voie que E. et H. Becquerel, et

(1) On appelle spectre normal le spectre produit à l'aide des réseaux. Ce nom lui vient de ce que, dans le spectre ainsi obtenu, toutes les parties du spectre sont également dispersées, et que leurs distances entre elles sont toujours proportionnelles à leurs longueurs d'onde respectives. Dans le spectre prismatique, au contraire, obtenu au moyen d'un prisme, les rayons rouges sont beaucoup plus étalés que les rayons bleus et violets.

J. W. Draper, ont dirigé pendant longtemps leurs recherches sur le spectre infra-rouge.

Lorsqu'on élève la température d'un corps phosphorescent préalablement exposé à la lumière, on active l'émission lumineuse et l'on fait rendre en un temps plus court, avec une intensité plus grande, la même quantité de lumière que le corps émettrait en un temps plus long et avec une intensité moindre s'il était à une température plus basse.

Si donc on fait tomber sur une plaque phosphorescente bien homogène un spectre calorifique, on verra les maxima s'éclairer plus vivement, les minima au contraire demeurer obscurs. Dès lors il est facile de relever la position des raies, et d'en dresser la carte.

C'est le mode d'investigation employé par Edm. Becquerel pendant plus de vingt ans. M. H. Becquerel a continué les travaux de son père, et il a pu par cette méthode découvrir les principales lignes du spectre invisible jusqu'à la longueur d'onde 1,50. Les recherches de J. W. Draper, si elles ne vont pas aussi loin (limite $\lambda = 0,94$), sont peut-être avec celles du capitaine Abney les plus précises qui aient été faites avant les déterminations opérées par M. Langley.

Il faut remarquer pourtant que, d'accord en cela avec d'autres physiciens, Draper attribuait aux longueurs d'onde du spectre une limite théorique d'un micron, au delà de laquelle on ne pouvait descendre. Il regardait comme exagérée toute évaluation supérieure à ce chiffre.

En 1847, Fizeau et Foucault parvinrent à produire des phénomènes d'interférence calorifique par la diffraction ; puis, appliquant la belle méthode d'analyse dont ils venaient de doter l'optique, ils constatèrent d'une part la coïncidence dans le spectre lumineux, d'autre part la continuation dans le spectre infra-rouge des bandes brillantes et obscures produites soit par une lame cristalline,

soit par un quartz perpendiculaire placé entre deux polariseurs.

Cette même année, Fizeau chercha à déduire les longueurs d'onde des rayons calorifiques obscurs de la considération des bandes d'interférence que Foucault et lui avaient constatées. Cette méthode fut reprise et perfectionnée plus tard par M. Mouton. Elle a donné entre les mains de ce dernier de très bons résultats.

Nous aurions encore à parler de MM. de la Provostaye et Desains, Aymonnet, Moreau, Carvallo, Lundquist, Snow et Rubens, etc. Mais, si nous voulions rappeler les travaux de tous ces savants, nous n'en finirions pas.

Il est cependant une dernière classe d'observations que nous ne devons pas omettre, car elle n'a rien de commun avec les précédentes, et se rapporte davantage à notre sujet. C'est la méthode même perfectionnée depuis par M. Langley.

Elle consiste à étudier directement le spectre invisible au moyen d'un instrument propre à mesurer la chaleur : thermomètre d'abord, puis pile thermo-électrique, enfin bolomètre.

On se rappelle l'expérience de W. Herschel, que nous citions dès l'abord. Seebeck la reprit en 1819. Opérant à l'aide d'un faisceau de rayons solaires d'un certain diamètre, il n'obtint pas un spectre bien pur. Il crut néanmoins remarquer que la nature du prisme exerçait une influence marquée sur la position du maximum de chaleur.

Selon lui, ce maximum, situé en dehors du rouge dans les conditions ordinaires, pouvait reculer jusque dans le jaune.

Melloni (1844) chercha à vérifier le fait annoncé par Seebeck en opérant avec un faisceau de lumière plus mince. Puissamment aidé par son appareil thermo-électrique, il put parvenir à des résultats plus précis que ses devanciers. Au cours de ses recherches, il remarqua que

le sel gemme est à peu près transparent pour les rayons calorifiques. Il se servit alors de prismes faits de cette substance, et trouva une étendue de rayons infra-rouges beaucoup plus grande que W. Herschel. Le maximum calorifique était situé, d'après lui, dans la partie invisible du spectre, à une distance du rouge au moins égale à celle qui sépare le rouge du bleu-vert ($\lambda = 0,93$ environ).

Franz, Muller, Tyndall et Lamansky reprirent les mêmes travaux.

Toutefois ils n'aboutirent qu'à des résultats moins parfaits encore que ceux obtenus par les méthodes précédemment décrites. Lamansky, celui qui de tous fut le plus heureux dans cette étude, n'avait pu reconnaître dans la courbe de l'énergie solaire que trois inflexions, et par conséquent que trois bandes ou raies sillonnant le spectre invisible.

C'est que, pour pareille recherche, ces savants auraient dû disposer d'un instrument beaucoup plus sensible et beaucoup plus exact. Il était réservé à M. Langley de donner à la science ce précieux auxiliaire.

## II.

### LE BOLOMÈTRE ET SON GALVANOMÈTRE.

M. Samuel Pierpont Langley, aujourd'hui secrétaire de la célèbre « Smithsonian Institution », qui a vu sous sa direction habile et dévouée son renom s'étendre de plus en plus, doit, nous l'avons dit déjà, la plus grande partie de sa gloire à son heureuse découverte : l'appareil si délicat et si sensible auquel il a donné le nom de bolomètre (βολή, μέτρον) (1), ou balance actinique.

(1) Nous aurions préféré « actinomètre » ; car βολή signifie *action de lancer, jet, trait*, et non pas, comme ἀκτίς, *trait de lumière, rayon*.

Depuis longtemps adonné à l'étude de la distribution de l'énergie dans le spectre solaire, M. Langley s'était familiarisé avec l'usage de la pile thermo-électrique de Nobili et Melloni. Il avait appliqué à ces recherches l'expérience acquise pendant plusieurs années consacrées à ce genre de travaux. Mais les résultats auxquels il avait abouti étaient de mince valeur, et il s'était convaincu qu'on ne pourrait pousser plus loin dans cette voie, et surtout *mesurer* de si faibles quantités de chaleur, à moins de disposer d'appareils d'une délicatesse et d'une sensibilité excessives. Tous ses travaux pendant une année entière eurent pour but la construction d'un semblable instrument. On sait s'il y réussit.

Si l'on chauffe un fil transportant un courant électrique, la résistance du fil croît, en revanche la quantité d'énergie transportée diminue. Si deux conducteurs transmettant des courants égaux se rencontrent dans un galvanomètre convenablement construit, l'aiguille sollicitée en sens contraires par deux forces égales reste immobile. Mais que l'on vienne à chauffer l'un des fils, sa résistance croît, et il livre passage à un courant moindre, tandis que l'autre continue à transporter le même courant. L'aiguille est alors déviée par une force égale à la différence des deux courants, et proportionnelle à la puissance de la source électrique et à la chaleur qui a chauffé le fil. Cette chaleur peut être elle-même très faible et donner cependant lieu à des effets très sensibles, car elle modifie une force très supérieure à la sienne.

Tel est le principe sur lequel repose le bolomètre.

Le point délicat est ici de rendre suffisamment sensible la partie du circuit qui doit éprouver une variation de résistance sous l'action de quantités de chaleur presque infinitésimales. On y parvient en soumettant au rayon excitateur une plus grande portion du circuit et en laminant la portion exposée à la radiation, de manière à

ce qu'elle présente à celle-ci une surface très grande tout en conservant la même section transversale.

Voici la disposition théorique de l'appareil.

Le courant de la pile ZC se divise au point A en deux branches, l'une et l'autre contenant plusieurs bandes parallèles laminées $\alpha$ et $\beta$, en nombre égal. Elles forment à deux les branches d'un pont de Wheatstone. G est un galvanomètre très sensible, R une boîte de résistance introduite dans le circuit pour permettre de compenser dans le galvanomètre les petites inégalités qui pourraient se produire dans les courants $\alpha$ et $\beta$. Au point B les courants se réunissent et se rendent de là au zinc de la pile.

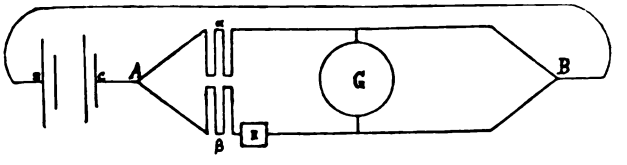
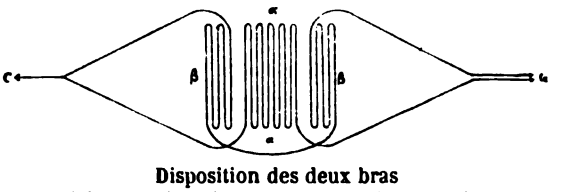



Schéma montrant la disposition théorique de l'appareil.

Les portions de circuit $\alpha$ et $\beta$ sont composées de bandes métalliques réduites à une extrême ténuité soit par travail mécanique, soit par une action chimique et électrique. De tous les métaux, le platine, le palladium et l'acier ont donné les meilleurs résultats.



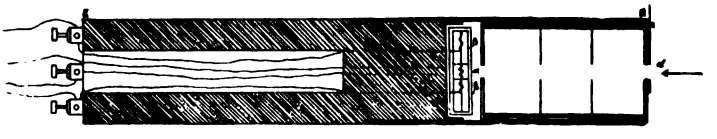

Disposition des deux bras
qui forment la balance électrique du bolomètre.

Ces métaux sont coupés en bandes de $0^{mm},5$ de largeur,

$5^{mm},5$ de longueur et $0^{mm},2$ à $0^{mm},4$ d'épaisseur. Dix de ces bandes sont placées côte à côte de manière à occuper ensemble une surface de 25 millimètres carrés et à former un bras de la balance électrique. L'autre bras se compose d'un même nombre de bandes semblables disposées en deux systèmes, un de chaque côté du premier bras comme l'indique la figure ci-dessus.

Le système $\alpha$, $\beta$, que nous venons de décrire, se trouve renfermé dans un cylindre creux HK à parois non conductrices et protégées contre la chaleur radiante par un couvercle à diaphragme mobile. Pour mettre le bolomètre à l'abri des courants d'air, on ne peut songer à le fermer par une plaque de verre, cette substance arrêtant la chaleur obscure. On a divisé le cylindre en chambres ou tambours successifs, séparés par des diaphragmes et ayant une ouverture centrale commune.

PREMIER MODÈLE DU BOLOMÈTRE.



Au 1/3 de sa vraie grandeur.

Le rayon excitateur ne peut atteindre que le bras $\alpha$ en longeant l'axe du cylindre. Le double bras $\beta\beta$ n'est pas disposé dans l'axe du cylindre et est toujours protégé contre la radiation extérieure. Tout changement de température aux abords des bras de la balance $\alpha$, $\beta$ les impressionne tous deux de la même manière. Que l'appareil soit froid ou chaud, le changement de résistance est le même dans les deux bras et l'aiguille du galvanomètre reste au zéro. Mais si l'on ouvre le diaphragme *d*, la chaleur radiante pénètre dans l'axe du cylindre, elle échauffe *un seul* des bras, $\alpha$ (l'autre $\beta$ étant couvert), et

l'aiguille du galvanomètre change de position, sollicitée non pas comme dans la pile thermo-électrique par la faible énergie qui réside dans le rayon, mais par l'énergie de la pile que gouverne ce rayon.

En 1880, M. Langley pouvait déjà dire de son appareil : « L'action de l'instrument est très prompte. Les bandes s'emparent de la chaleur et la répartissent en moins d'une seconde, tandis qu'il faudrait de cinq à dix minutes pour obtenir le même résultat avec la pile. La quantité d'énergie que l'on peut mesurer par cette méthode est d'une petitesse surprenante. Je crois qu'un changement de température de $\frac{1}{100\,000}$ de degré centigrade dans les bandes peut être indiqué par le galvanomètre, et j'estime, tout en étant loin de prétendre à une évaluation rigoureuse, que tel rayon de chaleur venant du soleil ou de toute autre origine, et capable de produire un changement notable dans le galvanomètre *en une seconde*, serait cependant assez faible pour mettre 1000 années à fondre un kilogramme de glace. » (ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE, [5], XXIV, p. 282.)

Depuis lors, le savant américain n'a cessé d'améliorer ce merveilleux appareil. Nous n'entrerons pas dans le détail de ces perfectionnements successifs. Ils n'ont d'ailleurs trait qu'à la forme plus commode de la boîte, et à la facilité plus grande de la mise au point du circuit exposé à la radiation. Dans ce dernier but, le réseau bolométrique $\alpha$, $\beta$ a été remplacé par un simple fil ou ruban de platine, d'acier ou de charbon. Ce ruban a 10 millimètres de longueur, $0^{mm},01$ ou $0^{mm},001$ d'épaisseur et $0^{mm},05$ de largeur.

Aujourd'hui le bolomètre, d'après M. Langley, est sensible à un changement d'*un millionième* de degré centigrade.

Le bolomètre, remarquons-le, a eu son précurseur.

Svanburg, en 1851, tenta de construire un instrument capable de mesurer ou de déceler la chaleur par le changement de résistance électrique. Dans ce but, il avait introduit une spirale de fil de cuivre aplatie dans un des bras d'un pont de Wheatstone.

Qu'on nous permette de placer ici une objection soulevée contre l'appareil de M. Langley. Cet appareil dépend dans son action de la variation de résistance d'un fil conducteur avec la température, variation qui est toujours relativement petite (1). Il semble dès lors difficile d'admettre que pareil instrument puisse jamais rivaliser d'exactitude et de sensibilité avec une pile thermo-électrique construite avec la même délicatesse et la même perfection. L'emploi de la pile repose, en effet, sur la production de la force électromotrice qui prend naissance par suite de la différence de température à la jonction des deux métaux.

Il est vrai que construire une pile thermo-électrique d'une exécution aussi fine et aussi parfaite que celle du bolomètre Langley serait chose bien difficile. Il faut en effet que la masse exposée à la radiation soit la plus petite possible ; on peut sans doute réduire la pile à un seul couple très petit, mais il faut alors découvrir une méthode suffisamment délicate pour accuser le courant de ce couple unique.

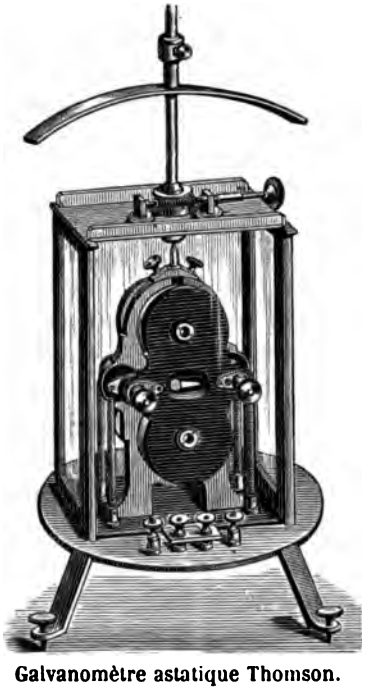
M. d'Arsonval, en 1886, et M. C. V. Boys, en 1888, sont pourtant parvenus à résoudre ce problème. D'après M. Boys, son radio-micromètre est parfaitement sensible à un accroissement ou à une diminution de chaleur de $\frac{1}{150\,000}$ de degré centigrade.

Le micro-radiomètre du professeur H. F. Weber de

(1) On doit pourtant remarquer que la variation de résistance, fût-elle très petite, commande à un courant dont on peut dans certaines limites augmenter l'intensité ; en sorte que ce qui fait mouvoir l'aiguille du galvanomètre, ce n'est pas précisément la faible variation de conductibilité du fil, mais la variation bien plus considérable du courant qui passe à travers ce fil.

Zurich (1887) est plus délicat encore. C'est une transformation ingénieuse du thermomètre différentiel. Cet instrument serait, d'après son auteur, sensible à une quantité de chaleur égale à $\frac{1}{100\,000\,000}$ de degré centigrade !

Il est clair que, pour arriver là, il faut un galvanomètre qui rivalise de sensibilité avec l'appareil actinométrique. Aussi, après être parvenus à ces résultats, nos savants physiciens ont-ils dû tourner leurs efforts vers ce nouveau but.



Galvanomètre astatique Thomson.

Le galvanomètre employé en 1886 par M. Langley constitue déjà un instrument remarquable. C'est un galvanomètre astatique à miroir du système Thomson. Cet instrument, décrit dans tous les traités de physique, se compose d'un système d'aimants suspendu au centre d'un multiplicateur. Ce dernier est formé d'une bobine portant

un grand nombre de tours d'un fil de cuivre rouge isolé. Le courant, en traversant le multiplicateur, tend à mettre l'aiguille en croix avec lui en jetant le pôle positif à sa gauche. L'angle de déviation que décrit l'aiguille sous l'influence du courant devient la mesure de son intensité. Pour soustraire l'instrument à l'action troublante du magnétisme terrestre, on emploie deux multiplicateurs superposés ayant à leur centre des barreaux formant un système astatique.

Souvent, comme dans la figure ci-dessus, le miroir est établi entre les deux bobines. Parfois il se trouve devant les aimants supérieurs. C'est le cas du galvanomètre de M. Langley. Les deux systèmes d'aimants sont réunis entre eux par une tige ordinairement en aluminium. Ce qu'on appelle couramment l'aiguille du galvanomètre est formé par le petit miroir placé sur la tige d'aluminium et suspendu à un fil très fin. Sur le miroir tombe un faisceau de lumière qui de là va se réfléchir sur un écran. Lorsque les deux courants qui arrivent au galvanomètre sont inégaux, le fil se tord légèrement et entraîne avec lui le miroir ; par le fait même, le rayon lumineux réfléchi est dévié lui aussi, et c'est la déviation du rayon réfléchi qu'on lit pour mesurer la différence des deux courants.

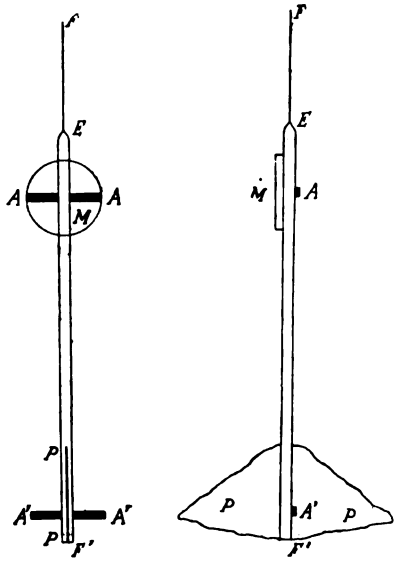
M. Langley a fait subir à ce modèle classique quelques perfectionnements de détail.

La fibre de suspension EF a 33 centimètres de long ; elle a été étirée et préparée avec un soin tout spécial. Comme l'effet d'un faible changement de courant est proportionnel (toutes choses égales d'ailleurs) au moment magnétique et à la précision avec laquelle on lit la déviation angulaire de l'aiguille, l'appareil a été disposé comme suit.

Les aimants sont constitués par de petits cylindres d'acier doux formés de feuilles de $\frac{1}{20}$ de millimètre d'épaisseur ; on les trempe et on leur fait prendre une charge permanente de 900 unités de Gauss ; on place dix cylin-

dres derrière le miroir et dix au-dessous, dans les positions AA et A'A' indiquées par le schéma ci-dessous.

AIGUILLE DU GALVANOMÈTRE.




Miroir vu de face. Miroir vu de profil.

Le miroir à réflexion M est rigoureusement concave; ses constantes sont : diamètre, $9^{mm}$ 5 ; rayon de courbure, 1 mètre ; poids, $0^{gr}$ 063. La tige EF' qui réunit le système supérieur et le système inférieur des aimants est un tube de verre capillaire. La palette de platine, qui par son frottement sur l'air agit à la manière d'un frein et modère les oscillations de l'aiguille, a été remplacée par des ailes de libellule PP.

L'écran placé à un mètre de distance du miroir est une portion de cylindre d'un mètre de rayon, partagée en 500 divisions d'un millimètre chacune. Les dispositions optiques nécessaires à l'illumination et à la formation de l'image du fil sont tellement parfaites qu'on peut distinc-

tement noter sur l'écran un mouvement de l'image égal à $\frac{1}{10}$ de ces divisions. L'aiguille exécute d'ordinaire une vibration simple en 15 secondes au moins, en 30 au plus.

Le galvanomètre que nous venons de décrire était déjà si sensible que, lorsqu'il exécutait une vibration simple en 20 secondes, un courant de $0^{amp.}$ 000 000 000 5 ou $5 \times 10^{-10}$ passant à travers des bobines de résistance de 20 ohms produisait une déviation de $\frac{1}{1000}$ de division de l'échelle. On pouvait donc lire dans ces conditions (puisqu'on peut distinguer $\frac{1}{10}$ de division de l'échelle) une déviation produite par $0^{amp.}$ 000 000 05 ou $5 \times 10^{-8}$.

L'exactitude rivalisait avec la sensibilité ; car de nombreuses séries de mesures concordantes ont été faites quand la déviation maxima ne dépassait pas trois divisions.

Réuni au bolomètre, cet instrument est capable, selon M. Langley, d'enregistrer une perturbation de moins d'un millionième. Une balance sensible au même point devrait, sous une charge d'un kilogramme, accuser une surcharge d'un milligramme. Une déviation d'un millimètre correspondant à un changement de température bien inférieur à $\frac{1}{100\,000}$ de degré centigrade, et la lecture pouvant se faire à un dixième de millimètre près, il faut en conclure que le bolomètre peut mesurer $\frac{1}{100\,000}$ et accuser une variation de $\frac{1}{1\,000\,000}$ de degré centigrade.

En 1893, M. Langley travailla encore au perfectionnement de ses galvanomètres. Il fit construire deux galvanomètres du système Thomson qui, grâce à la légèreté inconcevable du système astatique, grâce aussi à d'autres améliorations de détail, étaient, l'un 35 fois plus délicat que les meilleurs instruments réalisés jusqu'alors, l'autre, non terminé à cette époque, paraissait devoir être plus sensible encore. Les fils sont constitués par des fibres très fines de quartz.

Tout le système est renfermé dans une case métallique

massive et repose sur une série de blocs de pierre séparés entre eux par des feuilles de caoutchouc. Malgré ces précautions, le passage d'une voiture ou d'un train à proximité reste cependant une cause de grand trouble. M. Langley s'en plaint encore aujourd'hui, et cette circonstance retarde beaucoup les progrès dans l'étude du spectre infra-rouge.

La constante du premier (c'est-à-dire le courant nécessaire pour obtenir une déviation d'un millimètre à une distance d'un mètre, le temps d'une vibration simple étant dix secondes) est $0^{amp.}$ 000 000 000 04, ou $4 \times 10^{-11}$, celle du second $0^{amp.}$ 000 000 000 02, ou $2 \times 10^{-11}$.

Maintenant que nous avons appris à connaître ces merveilles de délicatesse, de sensibilité et d'exactitude, nous pouvons faire un pas en avant et étudier la méthode d'opération qui a servi à M. Langley pour arriver aux beaux résultats déjà obtenus.

## III.

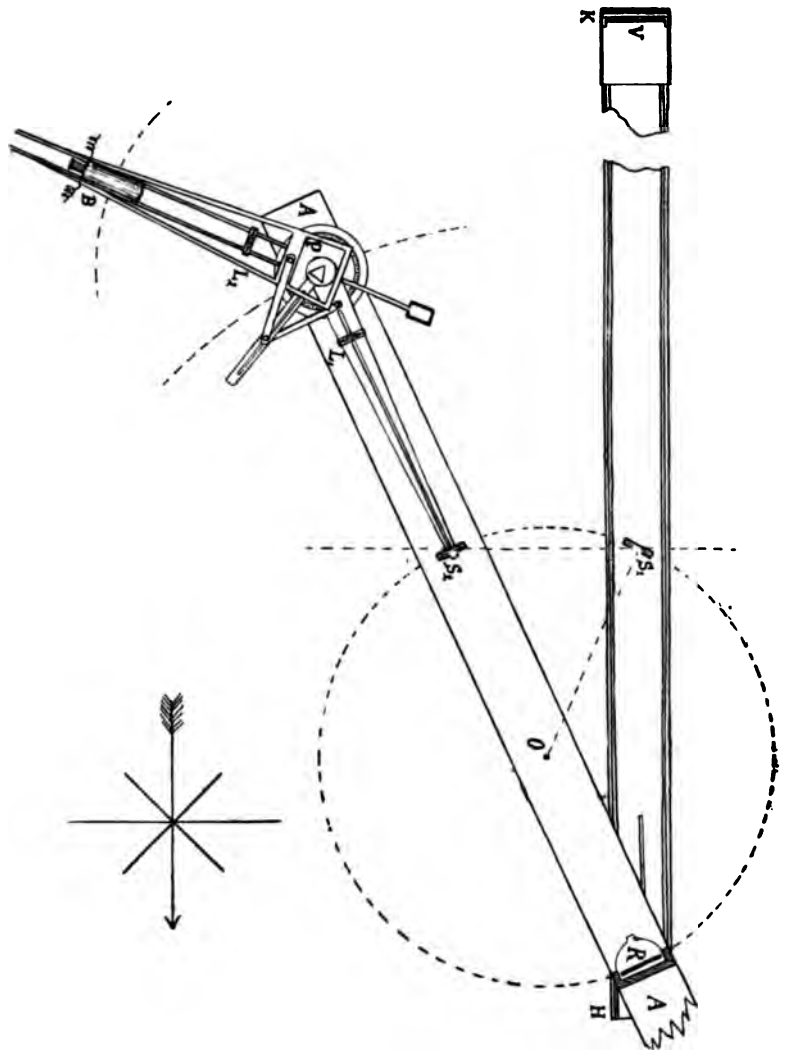
### MODE D'OPÉRATION ET DÉTERMINATION DES LONGUEURS D'ONDE.

Traversons l'océan et faisons halte, si vous le voulez bien, à Alleghany en Pensylvanie. C'est là que se trouve l'observatoire d'astronomie physique placé par le gouvernement sous la haute direction de la Smithsonian Institution. Cet établissement, dû à l'initiative de M. Langley, est surtout destiné aux recherches spectrales des régions infra-rouges.

Par un nouvel effort d'imagination, reportons-nous dix ans en arrière, et maintenant regardons.

Voici devant nous un magnifique sidérostat de Foucault. C'est peut-être le plus puissant des instruments de ce

genre. Son beau miroir n'a pas moins de vingt pouces (un peu plus de 50 centimètres) de diamètre. C'est de




Disposition des appareils pour la mesure des grandes longueurs d'onde.

là que les rayons lumineux et obscurs émanés du soleil partent et pénètrent dans la chambre d'observation. Faisons comme eux.

A l'intérieur, contre la fente d'ouverture V, vient s'appliquer le tube HK qui conduit le faisceau lumineux et calorifique sur le réseau R. C'est un réseau concave de Rowland, parfaitement travaillé, à 142 raies par millimètre. Le réseau est placé au bout d'un long bras AA qui porte à son autre bout le spectro-bolomètre. Cet appareil très simple est constitué par un cercle azimutal au centre duquel repose le prisme P ; il porte sur un bras plus ou moins long le bolomètre B destiné à recevoir l'action des rayons obscurs. A ce bolomètre est relié le galvanomètre, ayant à une distance d'un mètre son écran divisé.

$L_1$ et $L_2$ sont des lentilles, en sel gemme comme le prisme, merveilleusement taillées et polies. Les fentes $S_1$ et $S_2$ ainsi que le réseau R sont sur une circonférence dont le centre est en O et dont le rayon est précisément le rayon de courbure du réseau ($1^m$, 83). De la sorte on obtient en $S_2$ une image réelle du spectre sans que les rayons aient à traverser des objectifs où ils pourraient en grande partie être absorbés par les milieux réfringents (1). Un observateur placé près du cercle gradué lit l'angle de déviation du prisme ; un autre relève sur l'écran du galvanomètre les déviations de l'aiguille.

On le sait, les réseaux ont cette propriété curieuse de former non seulement un spectre, mais un nombre de spectres théoriquement illimité. L'œil, il est vrai, n'en distingue que trois ou quatre au plus ; car ils empiètent successivement les uns sur les autres et reforment bientôt la lumière blanche. Mais là où l'œil ne peut plus distinguer, le prisme peut le faire encore.

Dans la position où se trouve maintenant l'appareil, en regardant la fente $S_2$ de l'intérieur de la circonférence, nous la verrions couverte par le jaune du spectre du

(1) Voir l'explication de ce fait p. ex. dans Mascart, *Traité d'optique*, tome I, p. 369.

6e ordre (si ce spectre était encore visible), et la raie $D_2$ ($\lambda = 0,589$) du sodium tomberait précisément sur la fente.

Faisons maintenant tomber le faisceau qui sort de la fente $S_2$ sur le prisme P. Dans ce faisceau ne se trouve pas seulement $D_2$ du 6e spectre, mais aussi d'autres rayons plus réfrangibles et moins réfrangibles que lui appartenant à des spectres d'un autre ordre.

Le cercle azimutal marque pour le moment comme angle de déviation du prisme un angle de 41° 5′40″. C'est précisément la déviation du prisme en sel gemme qui, dans les conditions où nous sommes, correspond à la longueur d'onde 0,589 ou $D_2$. Dans cette position, le fil du bolomètre sera affecté par la chaleur de cette raie comme notre œil le sera par sa lumière (1). Augmentons tant soit peu cet angle : la lumière et la chaleur disparaissent. C'est que les rayons qui correspondaient à ce nouvel angle de déviation n'ont pas passé par $S_2$ ; à cet endroit il ne peut donc y avoir ni radiation lumineuse ni radiation calorifique. Augmentons toujours et nous rencontrerons une seconde fois un des rayons qui ont passé avec $D_2$ par la fente : ce rayon est encore un rayon lumineux, il se trouve dans le vert.

Mais diminuons notre angle primitif au lieu de l'augmenter : rien. Diminuons encore : arrive un moment où notre œil est affecté par un rayon rouge, et le bolomètre par un maximum calorifique ; c'est encore un rayon qui a passé par la fente. Diminuons de nouveau l'angle du prisme : rien d'abord ; puis le bolomètre indique nettement un maximum de chaleur, notre œil par contre ne remarque rien ; c'est que cette fois le rayon appartient au spectre infra-rouge.

On le comprend, si nous pouvions calculer d'avance la longueur d'onde des rayons qui passent par la fente en

(1) Inutile de faire remarquer que nous raisonnons dans le cas d'un spectre d'émission.

même temps que $D_2$, il nous suffirait de lire les angles de déviation sur le cercle azimutal dans les différentes positions où le bolomètre est affecté, et nous connaîtrions l'angle de réfraction correspondant pour un prisme donné à telle ou telle longueur d'onde. Ce travail une fois fait pour un bon nombre de rayons sur une certaine étendue, nous pourrions calculer par interpolation la longueur d'onde en fonction de l'indice de réfraction, sans devoir recourir au réseau, dont l'usage, nous le verrons, offre plus d'un inconvénient.

Rassurons-nous, on peut le faire (1). Reprenons notre faisceau $D_2$ et consorts. A l'aide d'une formule que nous donne l'optique, nous pourrons dresser le tableau suivant :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dixième | spectre : | $\frac{6}{10}$ $D_2$ | 0,3534 | ultra-violet. |
| Neuvième | spectre : | $\frac{6}{9}$ $D_2$ | 0,3927 | id. |
| Huitième | spectre : | $\frac{6}{8}$ $D_2$ | 0,4417 | indigo. |
| Septième | spectre : | $\frac{6}{7}$ $D_2$ | 0,5049 | vert. |
| Sixième | spectre : | $D_2$ | 0,5890 | jaune. |

(1) La théorie des réseaux nous donne pour l'expression de la longueur d'onde la formule

$$\lambda = \frac{e}{n}[\sin i + \sin(D - i)],$$

dans laquelle $e$ représente le nombre de raies du réseau par millimètre, $n$ le numéro d'ordre du spectre, $i$ l'angle d'incidence des rayons sur le réseau, D l'angle de déviation. Le rapport des rayons qui ont même angle d'incidence et même angle de déviation et qui, par conséquent, passent en même temps par la fente $S_2$, se trouvera facilement. En effet, $e$ est une constante du réseau ; $i$ et D ne varient pas par hypothèse ; nous avons donc :

$$\frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{n}{n'};$$

d'où

$$\lambda' = \frac{n\lambda}{n'}.$$

Dans le cas qui nous occupe, $n$ est égal à 6, $\lambda$ à 0,589. En faisant varier $n'$ nous aurons donc, pour le spectre du 5e ordre par ex. :

$$\lambda' = \frac{6 \times 0,589}{5} = 0,7068.$$

C'est de cette façon qu'ont été calculées les longueurs d'onde du tableau placé dans le texte.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cinquième spectre : | $\frac{6}{5}$ $D_2$ | 0,7068 | rouge. |
| Quatrième spectre : | $\frac{6}{4}$ $D_2$ | 0,8835 | infra-rouge. |
| Troisième spectre : | $\frac{6}{3}$ $D_2$ | 1,1780 | id. |
| Deuxième spectre : | $\frac{6}{2}$ $D_2$ | 1,7670 | id. |
| Premier spectre : | 6 $D_2$ | 3,5341 | id. |

Il nous est maintenant possible de nous passer du réseau dans ces limites. Et ce n'est pas malheur ! Le spectre normal que donne le réseau est beaucoup plus étendu dans le rouge et l'infra-rouge que le spectre prismatique. L'énergie calorifique de cette partie du spectre étant partagée sur un plus grand espace, est beaucoup moindre pour une étendue donnée. Comme c'est précisément cette minime quantité de chaleur qu'il faut mesurer à l'aide du bolomètre, l'opération devient beaucoup plus difficile.

D'ailleurs les spectres de réseau se superposent l'un à l'autre (dès le second pour les rayons de grande longueur d'onde). Pour pouvoir les distinguer, il faut les faire passer nécessairement par un prisme. Il est donc plus facile d'étudier directement le spectre prismatique. A présent que nous connaissons sur une certaine étendue la relation entre la longueur d'onde et l'indice de réfraction, cette étude est devenue possible.

Mais pourquoi se donner tant de peine ? N'existe-t-il pas déjà plusieurs formules excellentes qui fournissent cette relation ? — Excellentes, sans doute, si on les applique entre les limites pour lesquelles on les a établies, c'est-à-dire dans le spectre lumineux ; conduisant par contre à des résultats erronés ou absurdes si, par trop grande extrapolation, on s'en sert pour déterminer les longueurs d'onde plus grandes. Seule la formule de Briot se rapproche un peu de la réalité. Quelques exemples le feront mieux voir.

LONGUEURS D'ONDE

| OBTENUES PAR MESURE DIRECTE : | CALCULÉES PAR EXTRAPOLATION PAR LES FORMULES DE BRIOT | DE CAUCHY | DE REDTENBACHER (1). |
|---|---|---|---|
| 0.760 | 0.760 | 0.760 | 0.760 |
| 0.910 | 0.911 | 0.920 | 0.941 |
| 1.130 | 1.170 | 1.270 | imaginaire. |
| 1.360 | 1.450 | 2.460 | id. |
| 1.810 | 2.105 | impossible. | id. |
| 2.030 | 2.524 | id. | id. |

N'allons pourtant pas croire que, pour déterminer une longueur d'onde, une seule opération de ce genre suffise. Pour obtenir la position d'une seule raie avec le degré d'exactitude auquel est arrivé M. Langley, il lui a fallu plus de mille lectures du galvanomètre. Aussi avec cette méthode, pour fixer 20 lignes soit à l'aide du réseau et du prisme, soit à l'aide du prisme seul, deux ans de recherches ingrates et laborieuses lui furent-ils nécessaires. Admettant qu'il y ait 2000 lignes à déterminer, on ne les aurait pas cataloguées toutes en 200 ans de travail.

Il fallait donc à tout prix perfectionner le mode d'opération. La grande difficulté provient de la lecture du galvanomètre et du cercle azimutal. Abandonnons donc nos deux observateurs, laissons là le cercle, laissons là l'échelle graduée et, en place de cette dernière, mettons une plaque sensible. Quand le petit miroir du galvanomètre tournera à droite ou à gauche, le rayon de lumière qu'il émet tracera sur la plaque une ligne noire horizon-

(1) Formule de Briot : $\frac{1}{n^2} = a + b\left(\frac{n^2}{\lambda^2}\right) + c\left(\frac{n^4}{\lambda^4}\right) + k\left(\frac{\lambda^2}{n^2}\right)$.

Formule de Cauchy : $n = a + \frac{b}{\lambda^2} + \frac{c}{\lambda^4}$.

Formule de Redtenbacher : $\frac{1}{n^2} = a + b\,\lambda^2 + \frac{c}{\lambda^2}$.

tale, dont la longueur nous dira de combien le miroir s'est tourné et par suite nous indiquera la quantité relative de chaleur qui a donné lieu à ce mouvement.

Si la plaque restait en place, un second mouvement de l'aiguille imprimerait une seconde ligne qui viendrait se superposer à la première. Au contraire, si nous lui donnons un mouvement vertical, uniforme et proportionnel au mouvement horizontal du spectre, la combinaison des deux mouvements de l'aiguille et de la plaque décrira sur cette dernière une courbe qui sera précisément (si le mécanisme est construit avec une perfection idéale) la courbe de l'énergie solaire, obtenue précédemment avec tant de peine.

Mais, pour cela, il faut que le spectre marche avec une vitesse bien connue, par exemple une vitesse angulaire uniforme et contrôlée par un mouvement d'horlogerie.

Ce mécanisme a été réalisé. Le cercle azimutal portant le prisme fait une minute d'arc en une minute de temps ; pendant cet intervalle la plaque s'élève d'un centimètre. Tous ces mouvements sont parfaitement synchrones, et tellement réguliers que, pendant chaque seconde de cette minute, le cercle azimutal tourne d'une seconde d'arc et la plaque fait un soixantième de centimètre. Pour montrer la précision de ce mécanisme, remarquons que, vers les limites du rouge, la variation d'une seconde d'arc correspond à peu près à la variation d'un dix-millième de micron.

Un exemple fera mieux comprendre la théorie. Supposons qu'au moment où le système est mis en marche, la position angulaire du spectre soit 40°. Après l'expérience, nous voyons sur la plaque une inflexion de la courbe à la distance de $0^m,3037$ du point d'origine. Puisqu'un millimètre correspond à 6 secondes d'arc, la position angulaire du spectre, au moment où il a impressionné le fil bolométrique, était $40° + 30'22''2$. Il sera facile de déterminer à l'aide de ces données la longueur d'onde du rayon excitateur.

Ce qu'il y a d'essentiel dans ce perfectionnement, c'est que la plaque montre avec une précision remarquable et à la seule inspection non seulement les inflexions de la courbe d'énergie, mais encore leur position relative exacte.

Les dix années qui se sont écoulées depuis notre visite à Alleghany ont amené dans les appareils une disposition un peu différente.

Les rayons émanant du miroir du sidérostat entrent par la fente d'ouverture dans le tube d'un télescope collimateur horizontal et se dirigent sur un objectif en sel gemme parfaitement poli d'environ $0^m,17$ d'ouverture et de 10 m. de longueur focale. Ils se rendent de là au prisme.

Le prisme, également en sel gemme et de dimensions correspondantes à celles de la lentille, est travaillé avec la dernière perfection et présente l'aspect extérieur du meilleur prisme de flint glass. Il est monté sur un spectrobolomètre massif, semblable à l'appareil décrit plus haut, mais mû cette fois par un mouvement d'horlogerie. L'écran divisé du galvanomètre a été remplacé par la plaque photographique.

La largeur du fil bolométrique ($\frac{1}{20}$ de millimètre) est restée la même, mais le bras qui le porte a été allongé (5 mètres). Si bien que la valeur angulaire du fil, en d'autres termes la partie d'arc occupée par le fil bolométrique sur la circonférence dont le centre est au prisme, et en conséquence le nombre des rayons qui, émanés du prisme, tombent sur le fil bolométrique a beaucoup diminué ; elle est égale à $360^\circ \times \frac{1}{20\,000 \times 5}$ ou $360^\circ \times \frac{1}{100\,000}$, c'est-à-dire moins de deux secondes d'arc. La précision des mesures y a donc beaucoup gagné ; mais elles sont devenues par contre beaucoup plus difficiles, la quantité de chaleur radiante comprise dans un si petit espace étant excessivement faible. C'est pourquoi il a fallu perfectionner sans cesse le galvanomètre destiné à cette mesure.

## IV.

### RÉSULTATS.

Après avoir donné dans le détail cette belle méthode, il nous reste à indiquer les merveilleux résultats auxquels elle a conduit son auteur, M. S. P. Langley.

L'usage du bolomètre a permis d'étudier plus à fond une question pleine d'intérêt et sur laquelle, malgré les beaux travaux de Tyndall, de Müller et de Lamansky, on n'avait auparavant que des données vagues et incertaines : nous voulons dire la distribution de l'énergie dans le spectre solaire.

Malheureusement il y a ici un obstacle bien grave et malaisé à surmonter : l'absorption sélective de notre atmosphère, absorption qui varie avec la hauteur du soleil et l'état du ciel.

On a souvent comparé notre atmosphère au vitrage d'une serre chaude. Le verre laisse passer les radiations de courtes longueurs d'onde qui viennent du soleil ; il arrête au contraire les radiations plus longues qui émanent du sol.

On avait admis jusque dans ces derniers temps que l'atmosphère exerçait le même pouvoir d'absorption sélective sur le rayonnement extérieur et intérieur de notre planète. Les recherches de M. Langley semblent renverser totalement ces idées. L'atmosphère, loin d'absorber principalement la chaleur de grande longueur d'onde (les bandes d'absorption sont évidemment ici hors de cause, nous considérons la courbe d'énergie dans son allure générale), semble exercer plutôt son pouvoir sélecteur sur les rayons violets et ultra-violets. Ils deviennent de plus en plus transmissibles à mesure qu'on recule dans le spectre.

TRANSMISSIBILITÉ RELATIVE DES DIVERS RAYONS.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\lambda =$ | 0,35 | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| Tr. : | 0,884 | 0,892 | 0,909 | 0,923 | 0,942 | 0,955 | 0,965 | 0,97 | 0,971 |

Tout semble indiquer que cet accroissement de transmissibilité augmente jusque dans les régions les plus extrêmes de l'infra-rouge.

Au dedans de notre atmosphère, le maximum d'intensité calorifique se trouve tantôt près du rouge, tantôt près du vert. Par un beau soleil de midi et un temps clair, il s'avance jusque $\lambda = 0,55$ ; au soir, lorsque le soleil doit traverser des couches d'air plus épaisses, il recule jusque $\lambda = 0,65$. A part ce phénomène d'absorption, le maximum d'intensité calorifique correspond donc au maximum d'intensité lumineuse.

En dehors de notre atmosphère, le maximum doit s'avancer, d'après les calculs du savant américain, jusqu'à 0,5, vers les bords du bleu. M. Langley en conclut que le soleil se présenterait probablement, à l'œil de l'observateur situé par delà les couches d'air qui nous environnent, avec une teinte franchement bleuâtre.

L'atmosphère, que nous sommes habitués à considérer comme incolore, joue donc en réalité un rôle analogue à celui d'un verre jaunâtre ou rougeâtre, dont la couleur indécise, loin d'être monochromatique, serait un composé de toutes les teintes du spectre mélangées en proportions inaccoutumées.

Supposons que nous n'ayons jamais vu la lumière d'un arc électrique si ce n'est au travers d'un verre rougeâtre, sans nous douter de l'action qu'exerçait ce dernier sur les rayons émanés des charbons incandescents ; nous attribuerions cette couleur composée aux charbons eux-mêmes et nous croirions qu'elle représente la somme de toutes leurs radiations. Pour un homme ignorant de toute autre

lumière, cette teinte répondrait selon toute vraisemblance à notre notion du blanc, et il regarderait le milieu absorbant comme incolore, bien qu'il soit réellement coloré.

Il en est de même pour l'air qui nous environne de toutes parts : nous le considérons comme sans couleur, alors que, si l'on en juge d'après son pouvoir absorbant, il est de fait très coloré. Mais, habitués que nous sommes à considérer l'air comme incolore, si nous étions enlevés au-dessus de notre atmosphère, en voyant le soleil pour la première fois sous sa véritable apparence, il nous paraîtrait coloré en bleu.

Un fait qui semble au premier abord en contradiction avec la grande transmissibilité des radiations calorifiques invisibles, c'est la présence, dans cette partie du spectre, de bandes, telluriques selon toute apparence, plus nombreuses et plus étendues. Mais remarquons que les rayons chauds, situés entre les raies d'absorption, deviennent de plus en plus transmissibles, et que les raies, bien que plus nombreuses, n'ont cependant pas éteint les régions chaudes comprises entre elles. Nous verrons aussi dans la suite que, contrairement à ce qu'on avait cru d'abord, les raies d'absorption ne sont pas plus larges dans cette partie du spectre que dans les autres régions.

Si maintenant nous comparons l'aire de la courbe d'énergie dans le spectre visible et dans le spectre invisible, nous serons étonnés de constater que, de toute l'énergie solaire, à peine un quart est visible. Le reste est situé pour la plus grande partie entre 0,8 et 3,0 microns. Sans l'absorption terrestre, il est probable que cette proportion s'accentuerait encore et que les radiations de plus courtes longueurs d'onde n'auraient pas même à partager entre elles un quart de l'énergie totale.

Est-ce à dire que l'énergie du spectre visible soit faible ? Non, loin de là ; mais notre étonnement disparaîtra, si nous songeons à son peu d'étendue en comparaison du

spectre invisible. M. Langley croit avoir découvert des raies dont la longueur d'onde aurait jusqu'à 30 microns.

De 0,8 à 30 microns on comprend qu'il y ait plus de marge que de 0,3 à 0,8. Loin d'être faible à cet endroit du spectre, l'énergie y a son maximum, nous l'avons déjà dit, et si nous faisons réflexion que les rayons visibles ont dû subir pour arriver jusqu'à nous une absorption plus grande que les autres, nous devrons en conclure qu'en dehors de l'atmosphère leur énergie surpasserait bien plus encore l'énergie des rayons invisibles.

En mesurant l'aire de la courbe pour l'extérieur de l'atmosphère et en la comparant avec l'aire de la courbe dans l'atmosphère, M. Langley obtient par cette méthode toute nouvelle et d'accord avec la théorie une valeur de la constante solaire. On appelle ainsi la quantité de chaleur exprimée en calories que reçoit par minute un centimètre carré exposé perpendiculairement aux rayons solaires à la limite supérieure de l'atmosphère. M. Pouillet donne pour cette constante 1,76 ; M. Violle 2,54; M. Langley arrive à 2,84. D'après lui, la constante solaire serait en réalité plus grande qu'on ne l'a supposé jusqu'ici et probablement très peu au-dessous de 3 calories. Il faudrait en conséquence augmenter l'estimation non seulement de la chaleur que le soleil nous envoie, mais aussi celle de la température du soleil à sa surface.

Les observations de la courbe d'énergie solaire semblent conduire encore à un autre résultat. L'énergie est très faible dans le violet et l'ultra-violet. C'est cependant là qu'on place le maximum de la courbe chimique, si courbe chimique il y a. N'est-ce pas plutôt la sensibilité de certains sels d'argent pour ces rayons qui a fait croire à la présence dans cet endroit du spectre d'une forme d'énergie spéciale ? M. Langley est porté à le croire ; il considère l'énergie lumineuse, l'énergie calorifique, l'énergie

chimique comme trois manifestations différentes d'une seule et même énergie. Ce qui le confirme dans cette opinion, c'est que même dans le violet et dans l'ultra-violet il y a encore de la chaleur, peu il est vrai ; mais il semble résulter de là qu'un rayon quelconque pourrait se manifester comme chaleur s'il existait un milieu convenable pour la recevoir. Il en voit encore une preuve en ce que le maximum d'intensité lumineuse coïncide avec le maximum d'intensité calorifique, si l'on fait abstraction de l'absorption plus grande que subissent ces derniers à leur passage dans notre atmosphère.

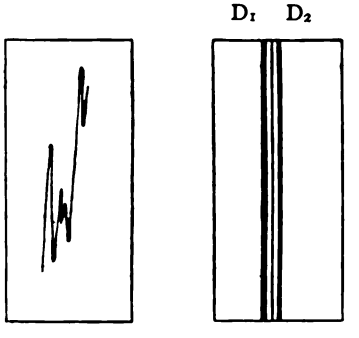
Nous parlions tout à l'heure d'une longueur d'onde de 30 microns. C'est dans le spectre de la glace fondante que M. Langley l'a découverte. Il a étudié en effet non seulement le spectre solaire, mais aussi le spectre fourni par des surfaces de radiations à températures diverses : l'arc électrique, le cuivre chauffé à 815°, à 525°, à 330°, des cubes de Leslie remplis d'aniline bouillante (178°), d'eau à 100° et d'eau à 0°. Ces longueurs d'onde, relativement énormes, n'ont pas été, il est vrai, calculées directement, mais par extrapolation. On sait ce que vaut en général ce procédé. Ici cependant les déterminations semblent mériter plus de confiance; car la courbe, marquant la relation entre l'indice de réfraction et la longueur d'onde étudiée jusqu'à 5 microns, est devenue à cet endroit sensiblement une droite ; et, à moins qu'il n'y ait un brusque changement dans sa direction, ce qui ne paraît pas probable, on peut se fier ici avec moins de chance d'erreur au procédé d'extrapolation.

L'astronome américain a également porté sa merveilleuse méthode à l'étude du spectre lunaire. Chose singulière ! il constate dans ce spectre l'existence de deux parties bien distinctes : l'une est due à la chaleur de réflexion du soleil et est caractérisée par ses courtes lon-

gueurs d'onde ; l'autre est due probablement à la chaleur de radiation d'un sol glacé. Son maximum se trouve vers 13 ou 14 microns, comme dans le spectre de la glace fondante. Peut-être cette méthode féconde est-elle destinée à nous apprendre, quand de nouveaux perfectionnements l'auront rendue plus précise encore, la température des planètes et du soleil lui-même.

Mais il est temps que nous passions aux recherches plus récentes de M. Langley ; elles ont d'ailleurs plus directement trait au spectre invisible.

Revenons donc à Alleghany. Et pour nous convaincre de la sensibilité et de l'exactitude des procédés actuels, faisons tomber sur le fil bolométrique la raie D du sodium. Il y a dix ans, le fil bolométrique, subitement refroidi par le passage de cette ligne d'absorption, eût fait dévier l'aiguille du galvanomètre, et nous aurions dû marquer sur la courbe d'énergie une légère inflexion. Aujourd'hui notre petit thermomètre est bien plus sensible. Qu'on se reporte plutôt à la figure ci-dessous.




Bolographie de la ligne D du sodium.

Non seulement il indique la présence d'une raie d'absorption, mais il en distingue trois. La grande déviation est due à $D_1$, la seconde plus petite à la ligne du nickel, la troisième à $D_2$. A côté de la courbe se trouve

son interprétation sous une forme plus familière. Cette représentation par raies n'est pas obtenue par simple transcription, mais par un procédé automatique qui permet de reproduire le spectre par la photogravure. Il serait trop long de le décrire ici.

Si nous observons que les deux lignes $D_1$ et $D_2$ sont à peine séparées par un intervalle de 11 secondes d'arc pour un prisme en sel gemme de 60°, et que malgré cela le bolomètre indique encore entre ces deux raies la raie du nickel, nous devrons en conclure que le bolomètre, à l'égal des meilleurs spectroscopes, est capable de séparer des raies se trouvant à une distance de moins de 3″ d'arc.

Pour faire comprendre d'une autre façon l'excessive délicatesse de cet instrument, notons que de $D_1$ à la ligne du nickel, et de cette dernière à $D_2$ il n'y a que 0,0003 de micron de différence ($\lambda$ $D_1$ = 0,5895 ; $\lambda$ Ni = 0,5892 ; $\lambda$ $D_2$ = 0,5889).

La méthode actuelle a permis de relever en quelques années des centaines de raies. Il eût fallu plus de vingt ans pour les déterminer par le procédé d'abord en usage. De plus, elle a singulièrement divisé les bandes d'absorption qui paraissaient dans le spectre infra-rouge. C'est ainsi que la bande $\Omega$ ($\lambda$ = 1,8 environ) a été résolue en trente lignes distinctes. Aussi le spectre infra-rouge n'a-t-il pas, comme on le croyait d'abord, un aspect bien différent de celui du spectre visible. Il n'est pas constitué par de larges bandes d'absorption qui lui donneraient l'aspect d'un spectre cannelé, mais il est sillonné comme le spectre lumineux d'un nombre considérable de raies.

Nous aurions voulu placer sous les yeux du lecteur une carte du spectre invisible aujourd'hui déterminé ; mais cette importante contribution à l'étude du spectre n'a pas encore paru. Ce qui retarde la publication de ce beau travail est, comme nous l'avons dit, la difficulté qu'on éprouve à se débarrasser de ces mouvements accidentels

du sol qui sont pour ainsi dire continuels dans une grande ville. De là aussi les doutes qui planent encore sur les régions déjà explorées, et sur les résultats déjà publiés.

En 1894, M. Langley a présenté à la British Association (Oxford meeting) la carte du spectre invisible compris entre 1,4 et 2,2 microns. Sur cette partie relativement peu étendue, on peut relever plus de 200 lignes. Qu'on juge par là des progrès accomplis pendant ces dernières années.

## CONCLUSION.

Si nous résumons les faits acquis aujourd'hui à la science, nous constaterons que le spectre s'étend depuis une longueur d'onde d'un dixième de micron pour l'ultra-violet jusqu'à une longueur d'onde de 30 microns pour l'infra-rouge. Ce dernier chiffre représente l'estimation approximative de la valeur minima qu'on puisse assigner à l'onde la plus longue reconnaissable par le bolomètre. Le premier est, d'après M. Schumann, la longueur d'onde la plus courte reconnue par lui dans le spectre de l'hydrogène. Si l'on peut accorder confiance à ces données, il faut en conclure que le spectre dans ces limites aurait cent vingt fois l'étendue du spectre de Newton !

Qui n'admirerait les progrès incessants de la science et les surprises qu'elle nous réserve à chaque pas ? Newton trouve l'explication du spectre ; il croit bien avoir tout dit. Mais cent ans après lui, Wollaston remarque la présence de raies et de bandes obscures ; cette découverte devient le point de départ d'une science toute nouvelle et déjà féconde en merveilleux résultats : l'analyse spectrale. En même temps on s'aperçoit que le spectre ne finit pas là où l'œil ne voit plus rien, mais qu'il se prolonge par ses deux bouts ; on lui assigne comme limites 0,3 micron d'une part,

1,0 micron de l'autre. Quelques années ont suffi pour reporter ces limites à 0,1 et à 30 microns.

Et cependant que nous sommes loin encore d'avoir comblé l'abîme qui sépare la plus courte vibration sonore de l'air (4340 microns; 73 700 vibrations par seconde) de la plus longue vibration calorifique de l'éther (30 microns; dix trillions de vibrations) ! Qu'est-ce qui viendra remplir cette place, si elle doit être remplie ? Les ondes électriques peut-être ? ou une manifestation encore inconnue de l'énergie ? Et au delà des rayons ultra-violets reconnus aujourd'hui, n'y a-t-il plus rien ? Les rayons Röntgen n'y ont-ils pas leur place marquée ? La science nous l'apprendra sans doute tôt ou tard.

Pour nous, en face de ces progrès incessants, progrès qui se manifestent dans toutes les branches du savoir humain, nous ne pouvons que nous étonner et admirer. En voyant les merveilles de la nature s'étaler à nos yeux tous les jours plus grandes et plus belles, en voyant la puissance du Créateur briller d'un éclat toujours plus divin, nous louons le Maître suprême de toute science et de toute sagesse, et nous disons avec l'Ecclésiaste inspiré :

« *Dedit hominibus scientiam Altissimus, honorari in mirabilibus suis.* »

J. Van Geersdaele, S. J.

# RAISON ET FOLIE

La connaissance des êtres et des choses ne va pas sans des définitions claires, complètes et rigoureuses : c'est une vérité acquise et de sens commun. Bien définir l'objet de son étude, c'est la moitié de la science, on pourrait presque dire que c'est la science même. Il est essentiel de savoir ce qu'on dit et comment on le dit. De là deux espèces distinctes de définitions que les auteurs s'accordent à admettre : les *définitions de mots* et les *définitions de choses*. Les premières sont l'explication du sens qu'on donne aux mots; les secondes, celle de la nature propre des objets et des êtres. On les distingue les unes des autres en ce que les premières auraient pour caractère d'être arbitraires; mais il nous semble que la division proposée est encore plus arbitraire, et qu'il n'y a pas lieu de la maintenir.

Tous les mots obscurs ou équivoques doivent être définis : c'est l'avis de Pascal, et c'est le nôtre. Mais la langue n'est pas faite de mots obscurs, et la généralité des mots qui la composent consistent en des termes anciens, usuels, qui se comprennent d'eux-mêmes. On ne saurait définir tous les mots; car la définition s'opère par des mots, et elle serait impossible s'il n'existait d'abord des mots simples et clairs compris de tout le monde sans définition. Celui qui voudrait définir ces mots serait à juste titre qualifié d'insensé. « Il y en a, dit Pascal, qui vont jusqu'à cette absurdité d'expliquer un mot par le mot même. J'en sais qui ont défini la lumière en cette sorte :

*La lumière est un mouvement luminaire des corps lumineux.* » De telles naïvetés font rire ; elles ne sont pas rares à notre époque de science et de progrès, et il serait facile d'en glaner une riche gerbe dans les œuvres des physiologistes et des médecins contemporains.

Les définitions de mots sont quelquefois arbitraires, mais elles s'inspirent le plus souvent, ne l'oublions pas, de la définition des choses. Une relation étroite, nécessaire, relie ordinairement ces deux sortes de définitions. Les mots bien définis signifient des objets bien connus ; et inversement les choses qui comportent des définitions précises trouvent toujours des mots justes, appropriés. Comme l'a dit Boileau :

« *Ce que l'on conçoit bien s'énonce clairement,*
*Et les mots pour le dire arrivent aisément.* »

L'explication de cet accord se trouve dans la liaison des termes avec les idées. « Il n'y a rien de plus différent, observe Bossuet, que ces deux choses, et leurs différences sont aisées à remarquer. L'idée est ce qui représente à l'entendement la vérité de l'objet entendu. Le terme est la parole qui signifie cette idée. L'idée représente immédiatement les objets. Les termes ne signifient que médiatement, et en tant qu'ils rappellent les idées. L'idée précède le terme qui est inventé pour la signifier : nous parlons pour exprimer nos pensées. L'idée est ce par quoi nous nous disons la chose à nous-mêmes ; le terme est ce par quoi nous l'exprimons aux autres. L'idée est naturelle, et est la même dans tous les hommes. Les termes sont artificiels, c'est-à-dire inventés par art, et chaque langue a les siens... Mais encore que ces deux choses soient si distinguées, elles sont devenues comme inséparables, parce que, par l'habitude que nous avons prise dès notre enfance d'expliquer aux autres ce que nous pensons, il arrive que nos idées sont toujours unies aux termes qui les expriment, et aussi que ces termes nous rappellent naturellement nos idées... Absolument l'idée peut être

séparée du terme, et le terme de l'idée. Car il faut avoir entendu les choses avant que de les nommer ; et le terme aussi, s'il n'est entendu, ne nous rappelle aucune idée... Mais, depuis que par l'habitude ces deux choses se sont unies, on ne les considère plus que comme un seul tout dans le discours. L'idée est considérée comme l'âme et le terme comme le corps. Le terme, considéré en cette sorte, c'est-à-dire comme faisant un seul tout avec l'idée et la contenant, est supposé dans le discours pour les choses mêmes, c'est-à-dire mis à leur place, et ce qu'on dit des termes, on le dit des choses (1). »

Il y a dans cette relation intime des termes et des choses signalée par Bossuet, comme par tous les philosophes, une nécessité de nature : nous ne sommes pas des anges, mais des hommes. Notre intelligence a besoin du corps pour prendre connaissance du monde et d'elle-même. L'exercice de la pensée et celui de la parole qui la traduit sont liés à l'imagination et à son organe nerveux, le cerveau ; ils reposent sur des termes empruntés à la sensibilité et conventionnels. « On ne pense pas sans imaginer, ni sans avoir senti. » Les mots sont les éléments matériels qui, bon gré mal gré, s'adaptent aux choses, les figurent et les expriment.

Les définitions empruntent leurs termes immédiatement ou médiatement au monde sensible, et c'est pourquoi elles sont parfois si difficiles et satisfont si mal l'esprit. Les législateurs mêmes du langage philosophique sont les premiers, après avoir fixé les règles d'une bonne définition, à ne pas les observer. On connaît la définition de l'homme attribuée à Platon : *L'homme est un animal à deux jambes, sans plumes*. Ce n'est pas une définition exacte, parce qu'elle n'est pas propre : car, observe finement Pascal, « un homme ne perd pas l'humanité en perdant les deux jambes, et un chapon ne l'acquiert pas en perdant

(1) Bossuet, *Logique*, chap. III.

ses plumes ». Bien des philosophes se sont efforcés de trouver une définition universelle, propre, exacte de l'homme, sans succès ; et Démocrite se riait de leurs peines en disant : « L'homme est ce que tout le monde sait. »

Boileau va plus loin et définit le mot par le mot.

« *J'appelle un chat un chat, et Rollet un fripon* »

Le chat est le chat, l'homme est l'homme : rien de plus juste, rien de moins clair. Le plaisant poète ne se compromettait guère en avançant une telle définition, mais il se compromettait gravement en appelant *Rollet* un fripon. Nous ne le suivrons pas dans cette voie dangereuse autant que fausse, et pour plusieurs motifs.

D'abord il y aurait confusion, tant il y a de *Rollet* qui courent le monde. Puis il n'est pas permis de donner aux gens le nom qui leur appartient ou qu'ils méritent. Enfin la charité chrétienne nous défend non-seulement de dire le mauvais qualificatif qui revient au prochain, mais même de le penser. Il faut donc brider notre langue et notre plume et renoncer aux définitions faciles de Boileau.

L'importance et l'utilité des bonnes définitions n'en sont pas moins extrêmes pour la connaissance. La Bruyère estime avec raison que l'esprit d'un auteur consiste à bien définir. Mais ici s'établit un cercle vicieux déplorable. Si la connaissance tire profit de définitions exactes, *on ne définit bien que ce qu'on connaît bien*. La définition, devant indiquer les attributs essentiels des choses, doit être précédée par l'observation des caractères propres aux objets à définir et par la comparaison entre ces caractères, pour faire la distinction entre ceux qui sont essentiels et ceux qui ne le sont pas. Il résulte de là que les questions pendantes de la science sont deux fois rendues obscures et difficiles à résoudre, et par le nombre et la complexité des détails qui ne sont pas encore connus, et par l'ambiguïté des termes usités. Une bonne définition des choses aplanirait vite les obstacles qui s'accumulent

devant la solution ; mais cette définition est impossible, tant que la connaissance demeure bornée et imparfaite.

Un exemple frappant, caractéristique de cette vérité nous est fourni par les deux termes opposés et exclusifs l'un de l'autre : *Raison* et *Folie*. Voilà deux mots qui sont anciens et reçus dans la langue, qui ont une acception connue et incontestée ; ils sont contradictoires, et les choses qu'ils désignent s'opposent invinciblement. L'homme qui est atteint de *folie* a du même coup perdu la *raison*, le dément est déraisonnable. Inversement l'homme *raisonnable* n'est jamais pris pour un *fou*. La raison et la folie sont aux antipodes. Ces deux termes attendent encore une définition exacte, complète, adéquate. Les deux choses qu'ils expriment sont mal étudiées et encore plus mal comprises.

La *raison* reçoit des acceptions très diverses et nullement concordantes : son champ est tantôt très limité, tantôt vaste comme celui de l'intelligence.

La *folie* est si mal connue dans sa nature et dans ses symptômes que les aliénistes et les philosophes ne s'entendent pas entre eux pour la caractériser, et que la plupart arrivent à y voir une indéchiffrable énigme.

Chacun de ces termes, pris isolément, est obscur et mal défini. Leur opposition est claire et saisissante. Notre ambition, en écrivant ces pages, serait d'expliquer une telle contradiction et de pénétrer la nature de la raison et, par contre-coup, celle de la folie qui en est la vivante négation.

## I.

Qu'est-ce que la *raison ?*

Tous les philosophes ont répondu à cette question, tous ont prétendu la résoudre, sans arriver à se comprendre et à s'entendre. Les opinions émises sont aussi diverses que

nombreuses, et trop souvent inconciliables. Pour les uns, la raison n'est qu'une face de l'intelligence ; pour les autres, c'est la lumière même de Dieu. Pour celui-ci, c'est le sens commun ; pour celui-là, c'est l'idéal et l'absolu. Comment, entre des sentiments aussi opposés, faire un rapprochement et un accord ? Il faut croire que le domaine de la raison est très vaste et que son aspect se modifie considérablement suivant les points de vue auxquels on se place, ou bien qu'une confusion s'établit inconsciemment dans l'esprit de plusieurs entre la raison et les facultés psychiques voisines. Quoi qu'il en soit, l'indécision qui résulte de ces divergences est malheureuse et très préjudiciable au bon renom de la philosophie ; d'autant plus que tout le monde s'accorde pour trouver à la raison une signification claire, et pour y voir le privilège de notre nature, la caractéristique de l'homme. La fameuse définition : *L'homme est un animal raisonnable* est reçue dans la science qui se pique d'être exacte ; mais quelle valeur garde-t-elle si les auteurs n'en peuvent définir les termes et ne s'entendent pas précisément sur la nature de la *raison* qui nous distingue de la bête ?

L'honneur des philosophes est engagé : ils doivent étudier à nouveau cette raison superbe qui les divise, soumettre les solutions diverses à une sérieuse critique et arriver à une entente. Nous n'avons pas la prétention de leur indiquer la voie à suivre ; notre intention, plus modeste, est d'établir la vraie position du problème.

Ne nous arrêtons pas à écouter longtemps les fougueux adeptes du matérialisme scientifique. Ils ne se cantonnent plus dans la physiologie, ils ne se contentent plus de poursuivre de leurs attaques le vieux spiritualisme, ils abordent le terrain philosophique et y parlent en maîtres. Les difficultés qui arrêtent les meilleurs esprits ne les arrêtent pas ; et c'est plaisir de voir avec quelle désinvolture ils les tournent, nous ne pouvons dire ils les surmontent et en triomphent. La *psycho-physiologie*, qu'ils

prétendent s'initier à l'ancienne philosophie, dissipe toutes leurs ignorances sur l'intelligence, la volonté, les idées, la raison, et décide souverainement que *l'âme est la fonction du cerveau*. Un exemple éclairera nos lecteurs.

Le Dr Deinerre, professeur à la Faculté *officielle* de médecine de Lille, a publié en 1894 un gros ouvrage sur la *Moelle épinière et l'encéphale*. C'est une œuvre intéressante et consciencieuse. Mais l'auteur a voulu la compléter par une *Physiologie de l'esprit*, et c'est là que se révèle l'esprit nouveau. Autant le savant confrère de Lille excelle à décrire les organes des centres nerveux et les trajets des nerfs, autant il accuse d'incompétence et de faiblesse sur le terrain philosophique. Et ce qui est déplorable, c'est que son ignorance, dont nul ne saurait lui faire un crime, ne le cède qu'à la présomption. Jugez-en par ce préambule : « Après avoir étudié l'anatomie et la physiologie du système nerveux, le médecin doit-il s'arrêter, et réserver aux seuls philosophes le monopole de la psychologie ? Quant à moi, *je ne le pense pas*. Bien plus, je crois que le médecin est mieux préparé et mieux armé que qui que ce soit pour pénétrer dans le domaine des choses de l'esprit... Nous ne sommes ni spiritualiste, ni matérialiste. Exclusivement homme de science, nous pénétrons dans nos laboratoires de recherches sans aucune idée préconçue (?). Là, nous faisons naître expérimentalement, nous analysons, nous observons, nous étudions les phénomènes de l'esprit, *de la même façon* que nous avons observé la nature morte ou animée de vie, le muscle sur le cadavre ou mouvant le squelette sur l'animal vivant. L'analyse des faits nous conduira à une rigoureuse synthèse des phénomènes psychiques, mais, nulle part, le lecteur ne trouvera comme argument irrésistible ces syllogismes et paralogismes si chers à une métaphysique surannée (!). »

Voilà qui est parler net. La logique ne gêne pas notre confrère, tout le monde en conviendra ; mais la phra-

séologie lui est familière, et il en use largement pendant cinquante pages pour couvrir l'irrémédiable ignorance de la *psycho-physiologie* sur les grands problèmes de l'esprit humain.

Si nous lui posons notre question : *Qu'est-ce que la raison*, il n'est pas embarrassé comme maint philosophe, mais il formule une réponse qui n'est pas plus scientifique que philosophique et veut nous imposer des *mots* pour des raisons. La voici sans commentaire :

« La raison, c'est l'adaptation volontaire des moyens à la fin. Elle est le corollaire d'une *grande souplesse dans le courant nerveux ganglionnaire*, puisqu'elle implique la connaissance consciente des relations entre les moyens employés et le but à atteindre. Elle a ses antécédents dans les inductions habituelles de la perception sensitive, de même que la perception a ses antécédents dans la sensation et la comparaison des sensations entre elles. Autrement dit, *quand la perception atteint assez de perfection pour prendre connaissance de la relation qui existe entre les relations, elle commence à devenir raison*. Et dans les sphères les plus élevées, comme le dit Romanès, la raison est simplement un processus très complexe de perception, c'est-à-dire une perception de *percepta* formés eux-mêmes de *percepta* plus simples et plus rapprochés de la sensation immédiate. Le raisonnement est un processus d'induction consciente, et comme les animaux font des inductions rudimentaires, il s'ensuit qu'ils possèdent un certain degré de raison. »

Cette explication fantaisiste de la raison suffit à prouver que le matérialisme n'est pas de taille à faire ni même à refaire la *science de l'esprit*. Les philosophes peuvent se rassurer en face d'une telle impuissance : ils ont le loisir de scruter les intimes profondeurs de la conscience et ne seront pas supplantés demain dans la belle et difficile mission d'enseigner aux hommes la voie royale du beau, du bien et du vrai.

Privés du concours de la *psycho-physiologie* et réduits aux seules forces de l'introspection, nous devons poursuivre l'étude de la raison et chercher à en pénétrer la nature.

Une première confusion naît du langage vulgaire et doit être d'abord dissipée. La *raison* n'est pas le *sens commun*, et tous les jours on fait une assimilation fâcheuse entre ces deux termes, on les prend l'un pour l'autre. L'expression trahit la pensée et attribue à la faculté psychique ce qui revient manifestement à la sensibilité, à l'organe central des sensations.

Deux touristes sont, par exemple, au bord de la mer et contemplent au loin la vaste nappe aux lames mouvantes d'argent, sous l'étincelant rayonnement du soleil. Tout à coup l'un d'eux, à la vue perçante, signale une voile au large. L'autre regarde dans la même direction, ne voit rien et conteste formellement l'existence d'un bateau. S'il arrive à le voir au bout de quelques instants, soit par une attention soutenue, soit à l'aide d'une longue-vue, il se range aussitôt à l'avis de son compagnon. « *Vous avez raison* », s'écrie-t-il, voulant dire : « Vous avez bien vu ».

Il y a là un abus de langage ; et s'il ne paraît pas évident à plusieurs, on peut leur en citer un autre, du même genre, qui ne laisse pas place au doute. L'animal est généreusement gratifié de *raison* par ceux-mêmes qui ne voient en lui qu'une bête : témoin le fait suivant. Vous êtes à la chasse et vous arrivez à la fin de votre journée sans avoir eu la chance d'un bon coup de fusil, lorsque votre chien s'arrête devant un buisson, flaire longuement et avec insistance, ne veut pas quitter la place. Vous le rappelez en vain, vous vous impatientez, persuadé qu'il court après une ombre ; mais, s'il lève enfin le gibier, vous êtes ravi et vous vous écriez : « Il avait *raison !* » c'est-à-dire « Il sentait bien ! » L'expression est inexacte ; elle naît spontanément sur les lèvres et s'emploie tous les jours pour désigner un fait de l'ordre sensible et expérimental.

Mais le langage philosophique clair et précis doit l'éviter avec soin.

Ce n'est pas seulement le vulgaire *bon sens* qu'on confond avec la raison, c'est aussi une faculté commune de juger qui s'en rapproche par une apparence de généralisation. On admet sous le nom de *principes du sens commun* des jugements relatifs au monde physique ou au monde moral communément admis par les hommes. Ainsi interprété, le *sens commun* ne saurait être pris pour la *raison*, parce que ses principes sont variables, passagers, en rapport avec l'esprit du temps et ses incessantes vicissitudes. Un exemple montrera bien la différence qui sépare les principes de la raison de ceux du sens commun. *Tout phénomène a une cause :* voilà un principe de raison. *La terre est le centre du monde :* voilà une proposition qui jusqu'à Copernic était un principe de sens commun. Les anciens en faisaient naturellement un principe de raison ; et leur erreur éclate aujourd'hui à tous les yeux.

A l'opposé de ceux qui rabaissent la raison et veulent l'identifier avec la sensibilité, les idéalistes la distinguent complètement des autres facultés psychiques et y voient le rayon mystérieux et divin, la lumière par laquelle Dieu éclaire notre esprit et notre cœur. Cette opinion est très belle et faite pour séduire les âmes éprises d'idéal ou tourmentées par la soif de l'infini. De grands penseurs l'ont épousée, depuis Platon jusqu'à Malebranche et Gratry, l'ont défendue avec talent, l'ont revêtue d'une poésie magnifique dans des pages inoubliables ; mais il faut reconnaître qu'elle ne fait pas partie de la tradition philosophique, ne supporte pas un examen réfléchi et se réfute par son exagération même.

Dieu n'en est pas moins conçu par la raison ; et c'est par là que la faculté rationnelle peut être à un certain point de vue qualifiée de divine. « Le rapport entre Dieu et la raison est extrême, dit Bossuet ; Dieu ne peut être entendu que par elle ; il est son propre objet. » On

s'accorde à voir dans la raison la faculté supérieure de l'esprit qui connaît l'absolu et le nécessaire, c'est-à-dire Dieu et les vérités premières.

Cette définition est excellente, mais exclusive. Elle est si élevée qu'elle devient trop étroite. Assurément la raison est d'ordre supérieur, mais elle n'est pas inaccessible, et les plus humbles y ont droit, y trouvent accès. Aussi, d'un commun accord, les philosophes se sont entendus pour étendre les termes de leur définition, désireux sans doute de n'être pas accusés d'avoir pris la part du lion et de s'être attribué orgueilleusement le monopole de la raison.

Dans son acception la plus large et la plus compréhensible, la raison est la faculté générale de connaître et de comprendre, le guide qui donne la force à nos croyances, la suite à nos idées, la rectitude à notre conduite. L'avantage de cette définition n'a pas besoin d'être signalé : elle tient compte des caractères principaux de la faculté. Mais elle a l'inconvénient de ne pas la distinguer suffisamment de l'intelligence, et cet inconvénient est plus sérieux qu'il ne paraît.

L'*intelligence* d'un homme n'est nullement en proportion de sa *raison,* et inversement cette raison ne contracte pas de rapport nécessaire avec l'entendement. On peut être plein d'esprit et n'avoir qu'une faible raison. Une vaste intelligence s'associe parfois à une raison peu sûre. La raison à son tour se rencontre assez souvent avec une intelligence sinon faible, du moins bornée. Des esprits primitifs, très peu cultivés, peuvent être pleins de raison. Les caractères de ces deux facultés ne concordent pas et s'opposent sur plus d'un point. L'intelligence est très capricieuse dans ses manifestations : elle peut être fantasque, originale, désordonnée, sans cesser d'être vive. La raison, au contraire, se distingue par la régularité de son exercice : elle consiste dans une pondération des idées et des sentiments qui ne comporte peut-être pas de grandes

envolées, mais ne permet aussi ni écart ni défaillance. L'intelligence est prompte et pénètre rapidement la vérité ; la raison arrive plus lentement, mais sûrement, à unir les concepts qui la rendront évidente.

Cette différence de l'intelligence et de la raison a conduit plusieurs philosophes modernes, Kant en particulier, à admettre entre elles une distinction spécifique. Mals c'est aller trop loin et multiplier inconsidérément les facultés de l'âme. L'objet des deux opérations est le même, et elles ne diffèrent que par le moyen de l'atteindre : l'une connaît la vérité d'une manière immédiate et intuitive, l'autre ne la connaît que d'une manière médiate et discursive. L'intelligence et la raison ne sont donc pas deux facultés cognoscitives différentes, ce sont deux modes de la même faculté psychique (1).

Les philosophes sont à peu près d'accord jusqu'ici. Où ils cessent de s'entendre, c'est sur la part respective de l'intelligence et de la raison. Si ces deux opérations appartiennent à la même faculté, on doit connaître exactement leur domaine propre et ne pas attribuer à l'une ce qui appartient à l'autre ; mais l'union faite sur les grandes lignes cesse dès qu'il s'agit de préciser. Tandis que les uns ne réservent à la raison que la recherche de l'absolu et des vérités nécessaires, les autres lui abandonnent toute la vie psychique. Un jeune et distingué philosophe de l'Université, M. Fonsegrive, définit la raison « l'activité régulière de l'intelligence (2) ». Qu'on sacrifie l'intelligence à la raison ou la raison à l'intelligence, un doute pénible envahit l'esprit. On se demande si les mots ont un sens, et le même pour tous ; on se persuade qu'une bonne définition des termes faciliterait le travail et avancerait la solution des problèmes, tandis que de telles divergences troublent et déconcertent les penseurs.

(1) M. l'abbé Farges dit à tort deux *fonctions* de la même faculté. Voir son livre *Le Cerveau, l'âme et les facultés*, 1890.

(2) *Psychologie*, 1890, p. 212.

Ces divergences, qu'il faut à tout prix faire cesser, nous paraissent causées par une double confusion. D'une part la faculté du *raisonnement* est perpétuellement prise pour la *raison*, dont elle n'est qu'un mode d'opération. D'autre part, loin d'être deux facultés séparées, l'intelligence et la raison ne sont qu'une même faculté de l'esprit: la seconde n'est qu'un perfectionnement de la première *dû à l'intervention de la volonté*.

Le raisonnement est l'opération qui nous permet d'associer des idées, de passer d'un jugement à un autre; elle ne va pas sans la raison. Mais c'est une erreur de borner là le rôle de la raison ; c'en est une autre d'affirmer, avec M. Fonsegrive, que la raison est la *puissance de concevoir des idées* et de les unir par des lois (1). La conception appartient manifestement à l'intelligence. Quant à l'association des idées, elle relève du raisonnement qui est un mode de la raison, mais n'est pas le seul.

La raison a une étendue et une puissance bien supérieures à celles du raisonnement : c'est le guide autorisé des idées et des sentiments, le balancier magique qui assure, pondère et régularise l'exercice de la vie psychique. Le raisonnement peut grandir et s'améliorer par l'exercice, mais il a une tendance invincible à subir les lois de l'organisation cérébrale et à se localiser ; la raison demeure universelle et souveraine. Un mathématicien peut raisonner admirablement sa science et ne pas avoir cette raison supérieure qui préside à l'intellect et gouverne la conduite. En d'autres termes, le raisonnement n'est que l'application de la raison à la combinaison des idées. La raison est plus et mieux que cela; essayons d'en pénétrer l'exacte nature.

L'intelligence et la raison ne sont que deux aspects différents de la même faculté : nul ne conteste ce premier point. Que la faculté s'appelle *entendement*, *intellect* ou *esprit*, peu importe le nom pourvu qu'on s'accorde sur

(1) *Op. cit.*

l'existence de la chose. Reste à dire le rôle respectif de l'intelligence et de la raison.

L'intelligence conçoit les choses intelligibles : de l'avis commun, elle se cantonne dans la vaste sphère des idées et *connaît le vrai*. La *raison* nous semble avoir un objet plus grand encore et constituer un véritable perfectionnement de l'intelligence : elle compare, juge et *dirige au vrai et au bien*.

Bossuet n'est pas éloigné de notre sentiment dans cette page que nous nous plaisons à citer : « On donne divers noms à l'entendement, écrit-il : en tant qu'il invente et qu'il pénètre, il s'appelle esprit ; *en tant qu'il juge et qu'il dirige au vrai et au bien, il s'appelle raison et jugement*. Le vrai caractère de l'homme, qui le distingue si fort des animaux, c'est d'être capable de raison. Il est porté naturellement à rendre raison de ce qu'il fait. Ainsi le vrai homme sera celui qui peut rendre bonne raison de sa conduite. La raison, en tant qu'elle nous détourne du vrai mal de l'homme, qui est le péché, s'appelle conscience. Quand notre conscience nous reproche le mal que nous avons fait, cela s'appelle *syndérèse* ou remords de conscience. La raison nous est donnée pour nous élever au-dessus des sens et de l'imagination. La raison qui les suit et s'y asservit est une raison corrompue, qui ne mérite plus le nom de raison (1). »

La nature de la raison apparaît clairement dans cette page magistrale du grand évêque de Meaux. La raison est plus et mieux que l'intelligence, tout en ne s'en distinguant pas radicalement : c'est une opération de l'esprit *inséparable de la volonté*. Tandis que l'acte d'intelligence a un caractère inéluctable de nécessité et de fatalité, l'acte de la raison accuse nettement la liberté. C'est là que gît leur différence essentielle. La raison est donc un perfectionnement de l'intelligence, un acte

(1) *Connaissance de Dieu et de soi-même*, chap. Ier, paragraphe 7.

psychique complet où l'intelligence et la volonté s'unissent et coopérent. *Avoir raison*, ce n'est pas à proprement parler comprendre les idées, c'est en suivre la filiation, en saisir le lien et le but, c'est associer et coordonner les notions fournies par l'intelligence et les sens, et mettre nos actions en rapport avec elles. Pourquoi l'animal, avec toutes ses industries merveilleuses, ne sait-il pas ce qu'il fait et reste-t-il stationnaire sans invention et sans progrès ? Parce qu'il n'a pas la raison. L'homme seul jouit de la raison, parce qu'il possède la volonté ; seul il est responsable, parce qu'il est libre.

La raison, c'est avant tout dans notre intelligence la cohérence et la pondération des sentiments et des idées, l'accord et l'harmonie des pensées et des actes. Mais, pour ramener à l'ordre tant d'idées éparses et discordantes, la raison doit analyser chacune d'elles et en dégager l'élément commun et universel qui s'y rencontre : elle unifie les données de la conscience et représente l'universel. C'est ainsi que se conçoivent les idées générales, l'idée de l'absolu et du nécessaire, enfin l'idée de Dieu. Par les idées générales, la raison découvre les lois universelles et les applique dans la vie pratique comme dans la vie psychique.

En résumé, la raison est l'application de l'esprit au vrai et au bien et le couronnement de la vie mentale : l'intelligence et la volonté s'y unissent dans une étroite communauté pour mettre les actes d'accord avec la conscience et assurer le développement des facultés psychiques et morales.

## II.

Qu'est-ce que la *folie* (1) ?

C'est une des plus difficiles questions que présente la

(1) Ceux de nos lecteurs que cette grave question intéresse particulièrement sont priés de se reporter à l'étude plus complète que nous avons

science : savants et philosophes se sont efforcés de la résoudre sans arriver jamais à s'entendre, sans satisfaire aux exigences combinées de la raison et des faits.

Les aliénistes, inféodés pour la plupart aux doctrines matérialistes de l'École, n'ont voulu voir dans la maladie mentale qu'une *maladie du cerveau*. Les uns considèrent la folie comme une affection cérébrale *apyrétique*, avec ou sans *lésion des facultés intellectuelles*; les autres l'attribuent à l'*inflammation*, à l'*irritation* de l'organe nerveux, voire même à une *altération du sang*. Il faut arriver à Esquirol et à Pinel pour trouver une définition plus scientifique et plus exacte.

Cette définition doit être cherchée, on le comprend, dans l'affection morbide même, et non dans les lésions organiques ou autres, qui n'en sont que les lointains effets. Mais Esquirol n'a guère satisfait la logique en invoquant la *lésion des forces du cerveau*, et Pinel a été très insuffisant en se contentant de la vague affirmation : *la folie est une affection nerveuse*. Si cette définition marque bien la nature sensible du mal, elle omet ses manifestations qui sont surtout d'ordre psychique.

Celle de Baillarger est plus acceptable. Ce savant maître déclare que la folie consiste dans l'*automatisme de l'intelligence*. En d'autres termes, le fou n'est pas *libre* dans l'exercice de son intelligence : ses idées naissent, se suivent et s'enchaînent fatalement *sans être réglées par la volonté*. Il pense, et il ne dirige pas sa pensée, qui obéit à une sorte d'*automatisme*. La liberté, ce bien suprême de l'homme, ne préside plus à la vie psychique ; et le malheureux *privé de raison* est le jouet de son cerveau et de ses sens.

Cet aperçu de la folie est saisissant de clarté et ne manque à certains égards ni de justesse ni de profondeur :

publiée au commencement de l'année 1895 : *La Folie*, étude de psycho-physiologie, Paris, Lethielleux.

il en donne la vraie caractéristique psychique. Mais, à l'inverse de celui proposé par Pinel, il néglige toute une face du problème, ce qu'on pourrait appeler la face somatique : il ne voit pas le caractère sensible, organique de l'affection, ce qui en est l'origine, ce qui en constitue essentiellement la nature.

Le trouble des facultés intellectuelles est évident, mais ne suffit pas à constituer la folie. Il ne forme pas l'élément premier de l'affection, il n'en est que la résultante, la manifestation extérieure et dernière. Toute la vie morale et sensible des aliénés est atteinte, et profondément atteinte, alors même que l'esprit l'est d'une façon à peine saisissable. L'esprit lui-même n'est frappé que dans la mesure même où la sensibilité est pervertie. Pourquoi ? Parce que la sensibilité est la condition antécédente, nécessaire de l'intelligence. Elle est toujours la première atteinte.

Cette importante vérité a été généralement méconnue par les aliénistes, victimes d'une fausse éducation philosophique. Ils n'ont pas compris que la folie appartient au *composé humain* et n'intéresse pas moins l'esprit que le corps. Ils n'ont pas vu que le problème cérébral a deux faces, également importantes, et ils ont négligé l'une ou l'autre sans jamais penser à les concilier ensemble. Quelques-uns, comme Baillarger, n'ont saisi que le côté psychique de la question ; la plupart, fidèles aux théories matérialistes de l'École, se sont attachés au côté somatique, sans tenir compte de l'âme spirituelle. Un tel exclusivisme ne pouvait enfanter que l'erreur.

Mais si les médecins sont en général coupables d'avoir sacrifié les droits de l'âme, les philosophes et particulièrement les philosophes cartésiens ne sont pas exempts de reproche : ils ont délibérément méconnu les droits du corps, comme nous allons le voir, dans la capitale question de l'aliénation mentale, et compromis la cause spiritualiste par un idéalisme aussi faux qu'intransigeant.

Maine de Biran s'est attaché, au début de ce siècle, à l'étude de l'aliénation. Très ingénieusement, il a fait ressortir les analogies qui la rapprochent du *sommeil*, mais sans montrer les caractères qui les séparent. Ce qui semble l'avoir particulièrement frappé, c'est que le *rêve* et la *folie* se distinguent également par l'absence ou l'instabilité de la *faculté volontaire*. Malheureusement il n'a pas vu les liens qui rattachent la vie mentale au cerveau, et a constamment confondu avec la *conscience* la *volonté* affaiblie et déchue de l'aliéné. Or la conscience n'est ni atrophiée ni perdue chez l'aliéné, comme il l'a prétendu : la perte de la *raison* n'entraîne pas celle de la *personnalité*.

L'erreur de Maine de Biran est commune et se retrouve dans cette définition de Dubois d'Amiens : « *Il y a folie*, dit le savant secrétaire de l'Académie de médecine, *toutes les fois que le malade ne peut plus régulièrement inférer de ses sensations et de ses actes la conscience de sa personnalité*, et que par cela seul il est *alienus a se* (1). »

Cette proposition a le grave défaut d'être en opposition avec les faits. Dans beaucoup d'affections cérébrales, le malade perd la conscience de ses actes *sans être fou*. Bien mieux, à l'état de santé, nous la perdons dans le rêve, le somnambulisme, les fortes distractions, etc. A leur tour, les aliénés sont-ils aussi *inconscients* qu'on le prétend? Nullement. Malgré l'automatisme fatal de leurs pensées, malgré la ruine de leur raison, ils sont très *personnels* et conservent très vif le sentiment du *moi*. On a pu dire justement que les fous sont les plus égoïstes des hommes. Leur personnalité n'est donc pas détruite, comme l'affirmait Maine de Biran ; et, s'ils n'ont pas la raison, on ne saurait conclure, avec l'illustre penseur, qu'ils sont rayés de la liste des êtres intelligents. L'intelligence de l'aliéné n'est pas perdue, elle est seulement voilée ou pervertie.

(1) Art. *Folie* du *Dict. des sciences philos.* de Franck, 2e éd., p. 549.

Même en la supposant exacte, l'idée de Dubois d'Amiens serait insuffisante à définir la folie, car elle ne tient pas compte de toutes les données du problème, de l'affection cérébrale ni du rôle des passions. C'est là du reste le grave et irrémédiable défaut des définitions proposées par les philosophes cartésiens. Tous ne voient, et ne veulent voir dans l'aliénation qu'un *trouble des facultés intellectuelles*, tous veulent l'expliquer par la seule psychologie. Les uns y découvrent une « lésion de la volonté », les autres « une anomalie de la perception », plusieurs croient à un « dérangement des idées ». Aucun ne s'inquiète de chercher dans l'organisme et dans le cerveau la cause prochaine du trouble mental; tous s'obstinent à n'admettre qu'une *maladie de l'âme*. Quelques-uns vont très loin dans cette voie et caractérisent le mal, qui par l'*erreur*, qui par le *péché*. Nulle valeur ne saurait être attribuée à d'aussi étranges assertions. La méthode qui les inspire n'est pas moins défectueuse que celle des savants qui font consister la folie dans une lésion matérielle du cerveau.

La folie relève du *composé humain*, tient à la fois au corps et à l'âme : elle ne peut être comprise que par les savants assez indépendants pour secouer le joug du matérialisme ou par les philosophes capables de saisir notre double nature. Son origine est dans le corps vivant, dans les organes animés, et déjà un jeune et savant aliéniste, le Dr Parant, directeur de l'asile de Toulouse, l'a très nettement indiquée au titre d'une récente brochure : *La folie est une maladie non de l'esprit, mais du corps*. On doit serrer la question de plus près et dire la nature exacte de la maladie. Selon nous, c'est une *affection de la sensibilité affective*, qui a son siège premier au cervelet (1).

Le cerveau n'est atteint par le mal que consécutivement au cervelet. La perversion du caractère et des sentiments,

(1) Cet organe est, pour nous, le centre des passions, l'organe de la vie affective. Cf. nos articles dans la SCIENCE CATHOLIQUE, 1893.

le trouble des passions, qui résultent de l'affection cérébelleuse, précèdent de plus ou moins loin l'aberration mentale. Le trouble de l'esprit suit et aggrave le trouble affectif. C'est dans la *paralysie générale*, la forme la plus répandue et la mieux connue d'aliénation, que cette progression des symptômes coïncidant avec celle des lésions encéphaliques a pu être nettement constatée ; tout porte à croire que des recherches ultérieures la confirmeront dans les manifestations si variées de la folie.

Les facultés psychiques sont étroitement liées, comme les organes nerveux centraux qui leur servent de base et d'instrument ; les facultés cognoscitives et appétitives sont dans une dépendance mutuelle, comme le cerveau et le cervelet où elles trouvent respectivement leurs éléments d'exercice. La maladie du cervelet rompt l'harmonie encéphalique et, par là-même, brise la raison qui est le fruit de l'accord de l'intelligence et de la volonté ; elle lâche la bride aux passions et à l'imagination, au détriment de la volonté qui perd sa force avec son substratum organique et de l'intelligence qui n'a plus ni guide ni contrepoids.

Toutes les formes d'aliénation mentale accusent, à des degrés divers, la *perte de la raison* et l'*exubérance de la vie affective*. D'une part les passions sont exaltées et maîtresses, de l'autre la volonté défaut et la liberté sombre. Un savant confrère, le Dr Despine, a constaté comme nous dans les cas les plus divers l'influence souveraine de la vie nerveuse plus ou moins troublée, et il n'hésite pas à attribuer la folie au soulèvement de passions violentes, irrésistibles, qui possèdent l'esprit au point de lui enlever toute liberté (1). Ce trouble des passions ne suffit pas évidemment à caractériser la folie ; mais il en est l'origine nerveuse et cause fatalement l'affaiblissement de la volonté et la perte de la raison.

(1) V. Dr P. Despine, *De la folie au point de vue philosophique ou plus spécialement psychologique*, 1875.

La perte de la raison n'est pas contestée dans la folie : elle se traduit par une incoordination saisissante des idées, des sentiments et des images. L'agent essentiel de l'ordre psychique et moral, c'est la raison ; dès qu'elle disparaît, l'imagination, les passions, l'intelligence même n'ont plus ni règle ni mesure. Or la raison, qui n'est que l'harmonieux accord de l'intelligence et de la volonté, tient physiologiquement au fonctionnement régulier de l'encéphale et est indirectement subordonnée à l'intégrité du cervelet. Si cet organe nerveux, substratum de la volonté comme de tous les appétits, vient à manquer par suite d'un trouble morbide, le résultat est fatal : la liberté sombre, et avec elle la raison.

Telle est en somme l'explication de la folie qui nous paraît le mieux répondre aux exigences de la raison et des faits. La perte de la raison et le trouble de la vie affective sont les deux symptômes prédominants du mal ; ce sont là ses deux caractères constants, essentiels, ceux que toute bonne définition doit comprendre pour être acceptable. Celle que nous proposons peut être ainsi formulée : La folie est constituée psychiquement par la perte de la raison et physiologiquement par l'exubérance de la vie affective qui entraîne des troubles sensitifs et moteurs variés, et surtout l'incoordination de la vie psycho-sensible.

## III.

La *raison* est incompatible avec la *folie :* l'aliéné est nécessairement déraisonnable. Mais la *raison* n'est pas l'*intelligence* et ne saurait être confondue avec elle, comme le prétendent encore tant de philosophes. Ce qui le prouve péremptoirement, c'est que la raison disparaît dans l'aliénation, sans entraîner la ruine de l'intelligence. Ce point est capital et mérite de nous arrêter.

L'intelligence du fou est certaine, avérée, au moins

dans la généralité des cas ; elle persiste plus ou moins en dépit des troubles nerveux encéphaliques et est facile à vérifier en dehors du délire qui, le plus souvent, on le sait, est intermittent. Ce délire même, dans ses extravagances, trahit l'esprit du malheureux aliéné et en donne la mesure. Si les actes et les paroles sont fréquemment désordonnés et marqués au coin de l'illogisme, c'est que l'intelligence est mal servie par le cerveau déséquilibré. Le mal n'est pas dans l'intelligence, mais dans l'organe sensible qui lui sert de base. Comme le dit très justement le Dr Parant, « la maladie mentale porte non pas sur l'intelligence, mais sur ses manifestations extérieures. L'esprit conserve ses aptitudes, ses facultés ; mais le corps, étant altéré, dévié, malade, dénature, arrête, obscurcit les manifestations de l'esprit... La folie ne provient pas de ce que les facultés mentales soient altérées en elles-mêmes, mais bien de ce qu'elles n'ont plus les moyens de communiquer librement avec le dehors et qu'elles ont perdu la libre possession d'elles-mêmes. Elles sont victimes du désarroi de l'organisme, qui les empêche de se manifester, qui les voile et les cache, ou qui les entraîne dans une voie où il leur arrive souvent de ne pas le suivre de plein gré (1). »

L'intelligence des aliénés est positive, celle des idiots ne l'est pas. Cette différence est essentielle et s'explique d'elle-même. On naît idiot, on devient fou. L'intelligence ne saurait apparaître, encore moins grandir et se développer avec un cerveau vicié et atrophié, avec une sensibilité troublée, obtuse ou insuffisante. Au contraire elle est épanouie, en plein exercice chez le malheureux qui devient aliéné dans la force de l'âge ; et si elle semble disparaître alors, si elle cesse de se manifester entière et ouvertement, c'est parce que le cerveau, plus ou moins affecté, devient incapable de la servir. Il arrive même que la

(1) *Loc. cit.*

maladie désorganise tellement l'encéphale que l'intelligence s'éteint en quelque sorte et sombre, rien n'en révélant plus l'existence : tels sont les cas de *démence*, particulièrement dans la forme sénile.

Le plus souvent l'esprit demeure visible, malgré les graves obstacles qu'apporte à son exercice le désordre de l'appareil sensoriel. Ses lueurs apparaissent de loin en loin, d'autant plus éclatantes qu'elles sont inattendues, d'autant plus remarquées qu'elles sont rares. Parfois l'intelligence n'est pas seulement claire, elle se distingue encore par sa force, par son étendue ; et l'étonnement des profanes est extrême en présence de *monomanes* qui leur répondent avec à propos, leur tiennent tête sans faiblir et poursuivent avec eux, sans effort et sans accident, une conversation aussi mouvementée qu'intéressante.

Ces faits ne déconcertent pas seulement l'opinion du vulgaire, ils renversent le sentiment de nombre de philosophes qui n'y peuvent croire ; ils n'en sont pas moins acquis à la science, presque familiers aux aliénistes et à tous ceux qui ont scruté le douloureux problème de la folie. A travers les multiples manifestations de l'affection mentale, il est rare qu'une patiente et profonde analyse n'arrive pas à découvrir l'intelligence : on retrouve presque toujours l'étincelle divine au foyer naguère plein de feu et de vie. Tous les auteurs sont d'accord sur ce point : il nous suffira d'entendre Esquirol. « Dans les grands ravages de la folie, dit l'illustre maître, se retrouve partout, sous les ruines de nos facultés, la trace du principe immortel qui les animait. »

Il va de soi que l'intelligence des fous est des plus variables, des plus précaires, et que son degré est toujours proportionné non seulement à l'âge et à la constitution du malade, à l'étendue et à la gravité de l'affection encéphalique, mais à l'éducation antérieure et à la position sociale. On ne saurait trouver chez le manœuvre l'esprit

subtil du philosophe, qu'il y ait ou non aliénation. Les connaissances acquises peuvent demeurer chez le fou, mais elles ne s'accroissent plus, elles diminuent plutôt et s'effacent, quittes à réapparaître de loin en loin par lambeaux épars et sans suite. Un mathématicien, par exemple, garde ses dispositions au calcul, comprend et peut même résoudre des problèmes ; un artiste dessine agréablement ; un poète versifie encore ; un littérateur peut apprécier avec goût les œuvres des auteurs. Mais, hélas ! toutes ces facultés intellectuelles persistent amoindries, déflorées, découronnées. A toutes manquent cette liaison harmonieuse, cette unité saisissante, cette suite rationnelle, qui en constituent à la fois le charme, la puissance et la valeur ; à toutes manque la volonté consciente qui fait l'homme, du moins l'homme raisonnable.

Le fou a l'intelligence, il n'a pas la raison, sans laquelle notre faculté psychique est, sinon impuissante, du moins désorientée. Captive et forcément inférieure, l'intelligence de l'aliéné manque du ressort que donne la volonté à l'activité normale. C'est dire que, dépassant à peine le niveau ordinaire, elle est incapable de rien produire d'original ou de servir la science et l'art : elle végète misérablement en gaspillant ses richesses acquises.

La *folie morale* (1) est la forme d'aliénation où l'intelligence est peut-être le mieux conservée et contraste d'autant plus douloureusement avec la perte de la raison et du sens moral : elle doit être signalée à l'appui de notre thèse. Les matérialistes, qu'une telle opposition gêne, ont tout fait pour arracher à cette espèce morbide le caractère de *folie* et la confondre avec la *criminalité*. C'est ainsi que le fameux Lombroso ose écrire : « *Le fou moral n'a rien de commun avec l'aliéné ; il n'est pas un*

(1) Synonymes : *Monomanie raisonnante ou affective* (Esquirol) ; *Manie de caractère* (Pinel) ; *Folie lucide* (Trélat) ; *Folie raisonnante ou morale* (Falret) ; *Monomanie instinctive* (Morel), etc.

*malade*, il est un crétin du sens moral (1). » Mais la *folie morale* a tous les symptômes d'une maladie mentale, comme on va le voir, et elle se rattache à la dégénérescence héréditaire.

La *folie morale* est un trouble psycho-sensible qui porte presque exclusivement sur les facultés affectives et produit l'obtusion ou la suppression du sens moral. Le malade est entraîné par une perversité native et incorrigible à commettre des actes délictueux, coupables, sans en ressentir le caractère criminel, sans éprouver une hésitation avant ou un regret après. Étranger à toute pensée supérieure, il obéit aveuglément à ses bas penchants, à un égoïsme sans bornes. Si l'intelligence n'est pas absolument indemne, elle ne présente du moins aucun trouble sérieux, ni hallucination, ni délire, ni idée fixe. Par contre, la volonté est gravement atteinte, et la raison subit la déchéance de la volonté.

On voit, par ce tableau rapide, que la *folie morale* a non seulement les traits communs de l'aliénation, mais qu'elle en constitue le type le plus pur.

La raison chez le fou n'est ni diminuée, ni obscurcie : elle est *perdue*. Certains auteurs vont répétant qu'elle *subsiste*, qu'elle *reste même entière* : c'est une erreur. Ce qui subsiste, mutilé et désemparé, allant à la dérive, c'est l'intelligence qui a perdu son guide tutélaire, son merveilleux gouvernail.

La raison est inséparable de la volonté greffée sur l'intelligence, en d'autres termes du consensus physiologique des organes encéphaliques (cerveau et cervelet) qui servent les facultés intellectuelles. Elle disparaît dès que la volonté défaut, dès que le cervelet, organe des appétits, est gravement atteint par le mal. Le trouble des passions est à l'origine de l'aliénation mentale.

(1) *L'Homme criminel*, préface, p. xv.

Cette vérité capitale ressort des faits, mais elle est difficilement reçue par ceux qui ne se rendent pas compte des formes si variées des passions. L'exaltation de la passion est très différente suivant sa nature : on peut *déraisonner* avec rage comme de sang-froid. La colère, le désespoir, la frayeur sont des passions faciles à constater et dont personne ne doute, parce qu'elles ont des manifestations extérieures plus ou moins bruyantes ; mais elles font place souvent dans la conscience de l'aliéné à des passions dépressives, muettes ou moins démonstratives, telles que la douleur, la crainte, la stupeur. Il serait vain de nier celles-là pour ne croire qu'aux autres. « Il est clair, dit un vieil auteur, que toutes les passions sont du domaine de la folie, car le fou se distingue du sage en ce qu'il se laisse conduire par ses passions, tandis que l'autre prétend les mépriser et suivre la raison (1). »

Le déchaînement des passions, à l'état physiologique, constitue à bien dire une aliénation mentale passagère. La colère dans son paroxysme est une courte folie, une folie au petit pied. La volonté, tout à l'heure souveraine, perd subitement son empire, la raison sombre, et la bête apparaît avec ses instincts brutaux. A quelques nuances près, comme l'a dit Falret, le tableau des passions est le tableau de l'aliénation. L'homme qui s'abandonne à la passion s'agite, perd contenance et se livre aux excès les plus graves et les plus regrettables. Dans un tel état, qui fait peine, on ne s'avise pas de le raisonner, on perdrait son temps ; on l'abandonne à son irritation, à ses débordements ou on le maîtrise de force. Et que dit-on de ce malheureux qui ne sait plus ce qu'il fait ? On dit qu'il est *hors de lui*, qu'il est *fou*.

La passion peut être prévenue et réprimée par une raison droite, par une volonté ferme. Une attention

(1) Érasme, *Éloge de la folie*, trad. Lejeal, p. 52.

vigilante nous préserve toujours de ses honteux excès. Mais celui qui ne la gouverne pas d'ordinaire et se livre volontairement à son empire risque de perdre un jour la raison et la liberté. L'homme est son propre maître et règle sa destinée. S'il abdique ses droits, s'il oublie ses devoirs, les passions prédominent et usent vite l'organisme, l'encéphale surmené se trouble de plus en plus, et la raison vaincue, outragée dans ses légitimes prérogatives, peut s'en aller sans retour : la folie apparaît, sinistre vengeresse, comme la juste punition des « folies » humaines.

Dr SURBLED.

---

# DAUBRÉE

La Société scientifique de Bruxelles vient de perdre l'un des plus éminents parmi ses membres honoraires. M. Daubrée, devenu le doyen des géologues depuis le décès de son ami l'américain James D. Dana, est mort à Paris, le 29 mai dernier, au moment où il allait entrer dans sa quatre-vingt-troisième année. Peu de carrières exclusivement consacrées à la science ont été à la fois plus éclatantes et plus honorables. Aucun des témoignages de l'estime publique n'y a fait défaut, et c'est en pleine possession de toutes ses facultés que l'illustre vieillard a été enlevé de ce monde, voyant venir la mort avec la sérénité résignée d'un chrétien. Une assistance exceptionnelle se pressait, le lundi 1er juin, aux obsèques de ce savant qui avait été président de l'Académie des sciences, inspecteur général des mines, directeur de l'École supérieure des mines, professeur au Muséum, grand officier de la Légion d'honneur, et à qui l'aménité de ses manières, non moins que la parfaite honorabilité de son existence, avait assuré les plus hautes amitiés comme les plus brillantes relations. Tous, en le conduisant à sa dernière demeure, sentaient qu'avec lui c'était un des grands noms de la science française qui entrait dans la postérité.

Gabriel-Auguste Daubrée naquit à Metz le 25 juin 1814. A 18 ans, il était admis à l'École polytechnique, et il en sortait en 1834 avec le grade d'élève-ingénieur des mines. Dès le début de sa carrière, il se fit envoyer en

mission successivement en Angleterre, en Suède et en Norvège. Pour un esprit synthétique comme le sien, c'était une bonne fortune de pouvoir ainsi observer la nature dans les conditions les plus diverses, en s'affranchissant de tous les préjugés d'école, de façon à réunir, dès la première heure, les éléments des fécondes généralisations auxquelles il devait exceller. Tandis que, de la Cornouailles anglaise, il rapportait les aperçus les plus ingénieux sur le gisement des minerais d'étain, la Scandinavie lui fournissait l'occasion d'un mémoire sur la classification des gîtes métallifères du pays. Le célèbre Berzélius lut ce travail, et n'hésita pas à déclarer qu'il lui était redevable de notions précises et d'idées nettes sur des sujets qui, pourtant, lui étaient depuis longtemps familiers (1).

Bientôt le jeune ingénieur fut attaché au département du Bas-Rhin, tout près de sa chère Lorraine. Parcourant successivement les Vosges et la plaine du Rhin, il y recueillit nombre d'observations variées, qui depuis lors ont été réunies et coordonnées par lui dans sa belle *Description géologique et minéralogique du département du Bas-Rhin,* demeurée un des modèles du genre. Mais en même temps il mûrissait les idées qu'avait fait naître en lui son voyage en Cornouailles, et c'est ainsi qu'en 1841, ayant pu compléter ses connaissances en cette matière par l'exploration des gîtes classiques de la Saxe, il publiait sa magistrale étude sur les gisements d'étain.

Le fait capital qui l'avait frappé, c'était l'abondance des minéraux fluorés au sein des roches qui encaissent les veines stannifères : ainsi la topaze, l'apatite, le mica lithinifère, la tourmaline. Il lui parut tout naturel d'en conclure que le fluor et les corps analogues avaient dû jouer un rôle essentiel dans la production de l'oxyde d'étain comme dans la cristallisation des roches encais-

(1) Fouqué, *Discours aux funérailles de M. Daubrée.*

santes. Cette induction, il voulut la vérifier. Juste à ce moment, appelé à professer la minéralogie et la géologie à la Faculté des sciences de Strasbourg, dont il n'allait pas tarder à être nommé doyen, il se trouvait en possession d'un laboratoire convenablement outillé. Il s'en servit pour inaugurer, en 1849, la série des remarquables expériences de *géologie synthétique* par lesquelles il s'est tout spécialement illustré. C'est à la reproduction des oxydes de titane et d'étain que Daubrée s'appliqua tout d'abord. Il y réussit par voie sèche, non en s'adressant au fluor, alors trop peu maniable, mais en provoquant à l'aide de la vapeur d'eau la décomposition des bichlorures des deux métaux. Pour la première fois, on vit sortir des fourneaux d'un laboratoire des cristaux, petits à la vérité, mais remarquablement nets, de cassitérite ou étain oxydé, présentant le même éclat adamantin, les mêmes couleurs et la même dureté que le minéral naturel.

Encouragé par ce succès, Daubrée entreprit, dans les années suivantes, la reproduction de divers minéraux par l'action de vapeurs attaquant des substances fixes. Variant ses procédés expérimentaux, il n'eut garde de négliger les belles méthodes depuis peu de temps inaugurées par Sénarmont pour l'emploi de la voie humide. En soumettant à l'action de la chaleur rouge des tubes scellés, où il avait enfermé de l'eau et divers composés chimiques, il obtint, non sans courir le risque de fréquentes explosions, des cristallisations remarquables, qui jetaient chaque fois un jour nouveau sur les procédés employés par la nature. En 1857, il réussit à produire des silicates anhydres par voie humide et, deux ans après, il lui était donné de constater que l'eau, chauffée sous pression, attaquait le verre en donnant de petits cristaux de quartz et de pyroxène. Aussi, en 1860, réunissant dans une heureuse synthèse les différents faits qu'il avait observés, publiait-il un mémoire capital sur la question, alors si controversée, du métamorphisme. En même temps, son service d'ingénieur

en chef lui ayant fourni l'occasion de visiter les bains de Plombières, à un moment où l'on mettait à jour d'anciens travaux exécutés par les Romains, il s'assura que, dans ces vieilles maçonneries, des minéraux cristallisés, pour la plupart identiques avec les zéolites ou silicates hydratés d'alumine des formations volcaniques, avaient été engendrés sur place, dans le béton, par l'action longtemps prolongée d'une eau tiède et à peine minéralisée. Nouveau triomphe pour la doctrine des causes actuelles ; nouvel échec pour ceux qui, croyant comme Cuvier que *le fil des opérations de la nature était rompu,* recouraient à des influences extraordinaires en vue d'expliquer ces cristallisations que leurs laboratoires n'avaient pas encore réussi à obtenir.

D'ailleurs s'il donnait, dans ses recherches, la prépondérance aux expériences chimiques, Daubrée ne négligeait pas non plus d'aborder par la synthèse le côté mécanique des phénomènes naturels ; c'est ainsi qu'en 1857, il montrait comment, en faisant rouler, dans un tonneau plein d'eau, des fragments de diverses roches, non seulement on arrivait assez rapidement à obtenir des cailloux striés, des galets, du sable et du limon, mais encore on provoquait la décomposition du feldspath, dont les alcalis passaient dans l'eau tandis qu'il se formait du kaolin.

Tant de travaux avaient placé Daubrée hors de pair, et déjà sa réputation était grande à l'étranger. En 1861, la mort de Cordier ayant créé une vacance à l'Académie des sciences dans la section de Minéralogie, Daubrée entra en possession de ce fauteil, qui depuis 1795 n'avait encore eu que deux titulaires, et que lui-même était destiné à occuper pendant 36 ans. Mais Cordier laissait aussi une place vide au Muséum, celle de professeur de géologie. Cette chaire fut encore attribuée à Daubrée. Il ne restait plus qu'à lui trouver, dans le corps des mines, une situation qui permît de le maintenir aux cadres du service

actif. Cette bonne chance devait lui échoir dès 1862, quand la mort si prématurée de Sénarmont rendit vacante la chaire de minéralogie à l'École des mines. En possession d'un double professorat, comportant d'assez grandes exigences en ce qui concernait les collections, le maître pouvait et semblait devoir subir un temps d'arrêt dans la poursuite de ses travaux personnels. Il n'en fut rien, et les rares aptitudes de Daubrée le mirent en état de suffire à tout.

D'abord, se rappelant ses anciennes observations de Plombières, il rechercha si une autre station thermale ne lui fournirait pas quelques indications analogues. Les fouilles de Bourbonne-les-Bains vinrent à point pour lui procurer cette satisfaction. On nettoyait alors des puisards construits par les Romains, et où les anciens avaient l'habitude de jeter, en guise d'*ex-voto*, des pièces de monnaie en même temps que des fruits, des graines et divers autres objets. Dans la vase des puisards, Daubrée reconnut que les pièces de métal étaient recouvertes de nombreux sulfures cristallisés. Ainsi, dans ce milieu réducteur, où la présence des matières organiques contrariait l'action de l'oxygène, la circulation répétée d'une eau presque froide, où l'analyse ne révélait qu'une minime quantité d'hydrogène sulfuré, avait suffi pour faire naître des sulfures entièrement semblables à ceux des filons métallifères. Sans doute le secret de ces filons n'était pas encore pleinement découvert ; car ici le métal avait été apporté par les hommes, tout comme la chaux, la silice et l'alumine étaient fournies à Plombières par les briques et le béton. Néanmoins c'était beaucoup d'avoir montré dans quelles conditions de simplicité se forment certains cristaux, et comment la longueur du temps peut suppléer, soit à l'insuffisance de la température, soit à celle de la minéralisation des eaux.

On sait que la principale occupation des professeurs du Muséum doit consister dans la conservation, l'entretien

et la mise en valeur des grandes collections nationales d'Histoire naturelle. Depuis assez longtemps, ce soin avait été quelque peu négligé par Cordier, et la galerie de Géologie s'était laissé dépasser de beaucoup, comme intérêt, par les autres sections du Muséum. D'autre part, le Jardin des Plantes n'est pas, à proprement parler, un établissement didactique, et c'est moins par des séries d'étude très complètes que par un assemblage de spécimens exceptionnels et avantageusement mis en lumière que ses collections doivent briller.

Dans cet esprit, Daubrée résolut de donner de suite à son département un intérêt tout spécial en y créant une collection aussi complète que possible de météorites. En relations des plus cordiales avec les principaux savants du monde entier, il pouvait, mieux qu'un autre, faire réussir une telle entreprise. Bientôt, en effet, les échantillons affluaient entre ses mains, si bien que le nombre des chutes d'aérolithes représentées atteignait 248 en 1883, pour dépasser 368 en 1889, l'ensemble formant un total de 2654 kilogrammes. Si l'on songe que le *British Museum*, si libéralement doté au point de vue budgétaire, possédait à la même époque 385 échantillons, soit seulement 17 de plus que le Jardin des Plantes, on se fera une juste idée de l'activité déployée par Daubrée pour arriver à son but. Ajoutons que le nombre total des chutes enregistrées par la tradition et l'histoire étant d'à peu près onze cents, on peut dire que le Muséum de Paris possède des échantillons d'un bon tiers.

Créer au Muséum une collection de météorites, c'était assumer du même coup la tâche de les grouper systématiquement. Le professeur le comprit, et on lui doit le premier essai de classification auquel cet ensemble de corps ait donné lieu. L'élément caractéristique des aérolithes est le fer natif, qui s'y rencontre presque toujours en proportion plus ou moins notable. On pouvait d'autant mieux le choisir comme argument de classification, qu'à

l'époque où Daubrée commençait ses travaux, cet élément n'avait pas encore été rencontré dans l'écorce terrestre; de sorte qu'il paraissait être exclusivement propre aux météorites, où d'ailleurs on le trouvait toujours allié au nickel. Daubrée distingua donc les *holosidères*, exclusivement composées de fer ; les *syssidères*, où le métal était intimement pénétré par un minéral, tel que le péridot ; les *sporadosidères*, où le fer était disséminé en grenailles au milieu d'une gangue pierreuse, et qui comportaient, selon l'abondance du fer, une division en *polysidères* et en *oligosidères ;* les *cryptosidères*, où les grenailles étaient assez petites pour n'être visibles qu'à la loupe ; enfin les *asidères*, complètement exemptes de fer.

La continuité de cette série, jointe au fait que la partie pierreuse des météorites était toujours constituée par un des silicates essentiels de nos roches basiques terrestres (péridot, pyroxène, enstatite, bronzite, rarement anorthite ou labrador), amena Daubrée à imaginer des expériences propres à justifier cette particularité. D'abord il reconnut que, si on fondait des météorites pierreuses, au lieu d'obtenir un produit analogue à la croûte noire vernissée qui recouvre la plupart d'entre elles, on faisait naître une scorie de péridot et d'enstatite, au milieu de laquelle apparaissaient des grenailles ou des culots de fer. Ainsi, même dans les asidères, on pouvait dire que le métal natif existait en puissance, mais que les circonstances favorables à sa séparation avaient fait défaut.

Pour essayer de définir ces circonstances, il était naturel de se souvenir que le fer s'oxyde avec une facilité extrême, et que c'est seulement au sein d'une atmosphère réductrice qu'il peut exister en liberté. Daubrée soumit à l'action du charbon (dans un creuset brasqué) ou à celle de l'hydrogène des roches de péridot, telles que la lherzolite des Pyrénées, et il obtint un produit entièrement semblable à celui de la fusion des météorites, sans en excepter le fer nickelé, engendré par la réduction du

fer oxydulé ou magnétique de la roche, et son union avec le nickel, qui existe dans presque tous les péridots. De ces expériences si remarquablement conduites résultait cette conclusion capitale, non seulement que les météorites représentaient des degrés divers d'oxydation d'une masse de fer, mais que le péridot terrestre était, par excellence, le premier produit de cette oxydation dans les zones profondes de l'écorce terrestre, de sorte que, selon l'heureuse expression de Daubrée, ce minéral, le plus lourd de tous les silicates, mérite d'être considéré comme la *scorie universelle*.

Ainsi, du même coup, l'étude des météorites éclairait d'une vive lumière l'un des problèmes les plus importants de la géologie. Grâce à l'unité de composition de notre système planétaire, les pierres tombées du ciel nous apportaient de précieuses révélations sur ce qui se passe dans les profondeurs inaccessibles de l'écorce terrestre, justifiant cette conclusion, que la grande masse de notre globe doit se composer d'un noyau de fer fondu, recouvert par une croûte silicatée. Bientôt d'ailleurs cette conception allait recevoir une confirmation précieuse par la découverte du fer natif terrestre d'Ovifak en Groënland, ainsi que par celle de l'alliage naturel de fer et de nickel de la Nouvelle-Zélande. Plus tard encore, l'étude du fer natif de Canyon Diablo, où la sagacité de Daubrée se refusa dès l'origine à voir une météorite incontestable, devait montrer l'alliance intime du fer et du diamant, c'est-à-dire établir une analogie de plus entre les parties profondes du globe et ces bains de fonte où un refroidissement lent fait naître des paillettes de graphite.

Ayant ainsi élucidé les problèmes relatifs à la nature des aérolithes, il ne restait plus, pour achever l'œuvre, qu'à expliquer comment leur surface, recouverte d'un vernis noir qui indique un commencement de fusion (causé par la chaleur que développe le frottement de l'atmosphère), était en outre parsemée de cavités ou

cupules. Daubrée devina et vérifia encore par l'expérience que ces cavités étaient dues au tourbillonnement des gaz de l'atmosphère, violemment comprimés pendant la chute du projectile.

Après cette fructueuse récolte de faits nouveaux, on peut même dire de lois nouvelles, l'ingénieux expérimentateur tourna son attention vers les phénomènes mécaniques dont l'écorce terrestre porte la trace, et spécialement sur les cassures ou *diaclases* qui en interrompent si souvent la continuité. Ces cassures sont particulièrement intéressantes à étudier dans les pays miniers, où elles forment un réseau de fentes, que les filons métallifères ont remplies après coup et qui, malgré leur apparence d'enchevêtrement irrégulier, laissent voir très nettement des faisceaux de directions prédominantes. Longtemps Daubrée dut chercher un dispositif qui réalisât quelque chose d'analogue. Enfin, ayant imaginé de prendre une lame de verre très épais, solidement encastrée à un bout, tandis que sur l'autre on exerçait un effort de *torsion*, il vit s'y développer tout un système de fêlures conjuguées, rappelant à s'y méprendre le plan de certains *champs de fracture* filoniens. Cette mémorable expérience autorisait à penser que, lors des dislocations de l'écorce terrestre, les régions anciennement consolidées, par exemple les schistes cristallins, qui abritent tant de filons, s'étaient mal prêtés aux efforts orogéniques. Ils avaient ainsi subi une torsion qui s'était traduite par un réseau de cassures, et celles-ci, servant de voie aux émanations thermales, consécutives des éruptions, s'étaient tapissées de gangues et de minerais.

A ces expériences, Daubrée en ajouta d'autres, pour expliquer l'allure des sédiments disloqués dans les pays de montagnes. En 1878, il eut l'idée de se servir, dans ce but, de la puissante machine de compression à l'aide

de laquelle Tresca avait réussi à produire l'*écoulement* de divers corps solides. Faisant agir cette machine sur une matière plastique, telle que de l'argile, il fit voir que la pression y engendrait un *feuilleté*, suivant des plans perpendiculaires à la direction de l'effort, ou, ce qui revient au même, parallèlement à la direction suivant laquelle les particules peuvent s'échapper, s'il y a orifice de sortie. En intercalant, dans la matière solide, des corps rigides de forme allongée, il les vit se rompre en fragments bientôt disjoints, quoique alignés, ce qui expliquait à merveille les *bélemnites tronçonnées*, fréquentes dans le lias schisteux des Alpes. Enfin, en mélangeant à la pâte des paillettes de mica, disposées sans aucun ordre, il vérifia que la pression les alignait suivant des plans, comme il arrive dans les schistes micacés et les grès dits psammites.

Abordant ensuite les diverses variétés de plis que présentent les sédiments disloqués, il eut l'idée de prendre des lames métalliques flexibles, encastrées à leurs deux extrémités dans des prismes de bois, contre lesquels on pouvait exercer une pression tendant à courber la lame. Suivant que cette dernière était uniformément ou inégalement chargée en tous ses points, suivant qu'elle était plus ou moins amincie sur une portion déterminée de sa longueur, il obtint tous les genres de plis qu'on peut observer dans le Jura et dans les Alpes, y compris les plis en *S* et les inflexions avec renversement, capables de se transformer en failles, si la limite d'élasticité est dépassée.

Ainsi, peu à peu, malgré l'énorme disproportion des forces mises en jeu dans nos laboratoires avec celles dont dispose la nature, l'expérimentation venait éclairer, l'un après l'autre, tous les problèmes de la dynamique terrestre. Le dernier que Daubrée ait abordé est l'étude des effets que peuvent produire les explosions. Il lui avait semblé que les curieuses cheminées où est concentrée la roche diamantifère du Cap ne pouvaient être attribuées

qu'à une cause de ce genre. Et alors on le vit utiliser les appareils de nos ingénieurs des poudres pour essayer de définir avec quelque précision les caractères auxquels on pouvait reconnaître ce qu'il appelait les *diatrèmes* ou cavités produites par l'expansion subite des gaz.

Daubrée avait réuni toutes ses recherches expérimentales dans une belle publication en deux volumes, sous le titre d'*Études de géologie synthétique*, avec de nombreuses et belles figures, qui facilitaient beaucoup l'intelligence du texte. Dans les dernières années de sa vie, il a fait paraître un nouvel et important ouvrage sur *Les Eaux souterraines*, lui aussi rempli de faits intéressants et de figures originales. On lui doit également la *Classification des météorites du Muséum*, publiée en 1889, et de nombreux articles insérés, soit dans le JOURNAL DES SAVANTS, soit dans la REVUE DES DEUX MONDES. Recherché par toutes les académies, associé étranger de la Société Royale de Londres et de l'Académie des Lincei, membre de la Société nationale d'Agriculture de France, il avait été plusieurs fois président de la Société géologique et de la Société de Géographie. Depuis 1878, il était le doyen de la section de minéralogie à l'Académie des sciences, où il jouissait d'une autorité incontestée. Atteint par les inflexibles lois de la limite d'âge, d'abord en 1884 comme inspecteur général et directeur de l'École des mines, puis, cinq ans plus tard, comme professeur au Muséum, il n'en continuait pas moins à faire partie de commissions officielles importantes, Conseil de l'ordre de la Légion d'honneur, Comité des travaux historiques et scientifiques, Commission directrice de la Carte géologique de France, etc., trouvant, dans ces diverses fonctions, l'occasion de manifester, à l'égard des jeunes travailleurs, son caractère essentiellement bienveillant.

La carrière de Daubrée a été favorisée de toutes façons,

et par les satisfactions que lui ont procurées ses travaux scientifiques, et par la complète indépendance que lui assurait sa situation de fortune, et par l'atmosphère sereine dont l'enveloppait une famille distinguée, au sein de laquelle, jusqu'en 1895, époque où la mort lui enlevait sa compagne dévouée, il n'a goûté que des joies. Lui-même s'est plu à le reconnaître, dans des pages d'une grande élévation , que ses enfants ont retrouvées parmi ses papiers, et où le chrétien confiant se révèle d'une manière explicite. Au nombre des heureuses fortunes de son existence, il convient de compter la sincère affection qu'il avait su inspirer à l'empereur du Brésil, don Pedro. Au temps où ce monarque n'avait pas encore éprouvé la noire ingratitude de ses sujets, il aimait à venir de temps en temps en Europe, et se plaisait surtout à assister aux séances de l'Académie des sciences, qui l'avait accueilli parmi ses associés étrangers. Daubrée était son confident ordinaire, et bien souvent, du Brésil, l'empereur lui écrivait des lettres où se peignait son avidité à ne rien perdre du mouvement scientifique contemporain. Plus tard, la fréquentation de l'Académie et l'amitié de Daubrée apportèrent à l'exil du souverain les principaux adoucissements qu'il ait connus. Nombreux d'ailleurs étaient les hommes éminents, de tout genre et de tout pays, qui entretenaient des rapports suivis avec l'illustre géologue ; et la liste en eût été plus longue encore, si la cruelle blessure faite à son cœur de patriote par les destinées infligées à Metz, sa ville natale, ne l'eût toujours conduit à détourner amèrement les yeux de ce Rhin, qu'il avait si volontiers contemplé au temps de sa jeunesse.

C'est donc, à la fois, une grande figure scientifique et une haute personnalité contemporaine qui disparaît. De tels hommes se remplacent d'autant moins que l'évolution sociale en voie d'accomplissement rend de plus en plus

difficile la réunion des avantages qui avaient fait à Daubrée une situation à part. Raison de plus pour saluer avec un respect particulier, au moment où Dieu le rappelle à lui, ce brillant représentant d'un âge plus heureux que le nôtre, à qui il a été donné de parvenir, sans défaillance ni souffrance d'aucun genre, aux extrêmes limites de la vieillesse, couronnant par une mort douce et chrétienne une existence de tous points enviable.

A. DE LAPPARENT.

---

# LA QUESTION COLONIALE

## EN BELGIQUE

### ÉTUDE D'ÉCONOMIE ET DE GÉOGRAPHIE POLITIQUES.

---

*Laudat pro patria.*

INTRODUCTION.

La question coloniale touche de près aux intérêts politiques et économiques du pays. Elle mérite donc d'être discutée ici, à cette tribune scientifique.

C'est une question actuelle. Il y a un an à peine, la reprise de l'État indépendant du Congo par la Belgique fut nettement posée par le gouvernement devant le pays. Durant plus de quatre mois, le problème colonial fut discuté avec une âpreté sans égale, prôné avec enthousiasme par ses partisans, combattu avec acharnement par les adversaires : il reste sans solution.

Certes, la question est ardue, fort complexe, et par suite de l'incertitude qui caractérise encore pas mal de données du problème, celui-ci n'est-il pas toujours susceptible d'une solution immédiate et intégrale. C'est là d'ailleurs l'inconvénient irréductible de la politique coloniale même, incertaine par *essence*. Mais outre cette raison qui fit accueillir avec tant de froideur par les uns, avec une hostilité si marquée par d'autres, la reprise du Congo par la Belgique, il en est une deuxième, laquelle dérive en droite ligne du tempérament national, cause inhérente à notre

caractère et qu'une éducation spéciale seule pourra faire disparaître, résultante d'un long passé de vasselage politique : c'est notre prudence exagérée. En effet, depuis l'époque de notre émancipation, toutes les forces matérielles et intellectuelles du pays que de longs siècles de domination étrangère avaient déshabitué à vivre d'une vie personnelle, se sont attachées à refaire l'édifice; les regards ne portaient pas au delà des limites du domaine. On peut le dire avec fierté, l'œuvre accomplie dans ce sens depuis 1830 — œuvre d'esprits sages — est vraiment belle. Seulement le caractère du peuple s'est trop fait à cette prospérité qui lui paraît devoir durer toujours, et, sauf au bas de l'échelle où la classe des travailleurs peine et souffre, et vers le haut qui est le domaine des élites intellectuelles, on paraît ne pas vouloir s'apercevoir de la crise économique qui ébranle les assises du vieux monde. La bourgeoisie, enrichie et satisfaite, ne comprend pas volontiers les nécessités qui forcent la Belgique à rechercher des formules nouvelles pour son commerce et son industrie anémiés, elle ne veut pas aborder le « problème du débouché ». Sans doute, cette bourgeoisie applaudit des deux mains à l'œuvre entreprise par le Roi, elle admire le désintéressement, la haute générosité du souverain, le courage de nos officiers, l'abnégation, l'esprit de sacrifice de nos religieuses, de nos missionnaires, et son amour-propre est flatté quand le nom belge est loué à l'étranger ; mais les solutions hardies, celles qui ne lui paraissent pas dictées par une nécessité impérieuse répugnent à son tempérament foncièrement prudent. Le Belge d'ailleurs, outre qu'il n'aime pas ce qu'il appelle la politique d'aventures, veut voir immédiatement clair dans toute situation, et, s'il consent à faire des sacrifices en vue de l'avenir, il faut que ces sacrifices lui soient dictés par une conviction profonde, par la foi dans l'œuvre. Or, il faut bien le reconnaître sous peine de faire fausse route, la foi dans l'œuvre du Congo n'existait pas dans les masses populaires — celles

qui forment l'opinion publique — au moment où le gouvernement a cru devoir présenter au Parlement le projet de loi formulant la reprise du Congo. Si les convictions sont établies chez ceux qui ont suivi pas à pas, jour par jour, ce développement merveilleux, unique dans les annales de la colonisation, de l'État indépendant du Congo, qui, par conséquent, peuvent en apprécier la vitalité, par contre la grande majorité de la population, obéissant à cette suggestion qui unit si étroitement l'homme aux traditions familiales, aux habitudes reçues et religieusement respectées, au passé, au sol natal, sans être résolument hostiles à l'entreprise congolaise franchement s'en défient.

D'autre part, certaines imprudences juvéniles mettant au service de l'idée coloniale et de son évolution un enthousiasme et un zèle peut-être exagérés, l'opposition calculée de quelques groupes politiques exploitant avec habileté mais aussi parfois peu loyalement les défiances instinctives de la masse, son ignorance forcée en matière économique, — *ce que l'on voit et ce que l'on ne voit pas*, — enfin les revers mêmes qui fatalement se rencontrent au début des entreprises coloniales, revers exploités avec perfidie, tout cela ne justifie que trop l'acte de sagesse du gouvernement remettant à plus tard l'époque de la consultation du pays au sujet de la reprise du Congo.

D'ici là, l'idée aura germé, car quel que soit le jugement que l'on puisse porter sur la manière dont cette idée a été mise en œuvre jusqu'ici, quelque discutables que puissent paraître les moyens mis en action, l'idée est bonne en soi, elle a déjà donné des résultats appréciables, elle mérite donc d'être soutenue, elle est digne d'être un jour recueillie et faite sienne par la Belgique.

Mais bien que la discussion au sujet de la reprise du Congo soit remise à plus tard en ce qui concerne le Parlement, bien que toute consultation *officielle* soit écartée jusqu'en 1900, néanmoins la question n'en reste pas moins virtuellement posée devant le pays, n'en demeure pas

moins ouverte. Du reste, l'opposition de ceux qui, de parti pris, guidés par des mobiles que nous n'avons pas à rencontrer ici, combattent la politique coloniale, n'a pas désarmé et ne désarmera pas.

C'est cette opposition-là que nous voulons discuter, mais en la plaçant sur le véritable terrain, sur le terrain scientifique, en l'éclairant de la lumière des *faits*. Ce sont les arguments de cette école économique qui n'admet pas la colonisation que nous tâcherons de réfuter. C'est pour les adeptes de cette école que nous allons exposer les raisons qui, à notre avis, obligent la Belgique à entrer à son tour dans la politique coloniale et, dans cette voie, doivent l'inciter à accepter, au moment voulu, en pleine liberté de son indépendance, l'œuvre fondée et soutenue par ses enfants sur les rives du grand fleuve africain.

Nous verrons successivement à démontrer pourquoi la Belgique doit, dans l'ordre économique, adopter des formules nouvelles, adéquates à l'évolution qui pousse incessamment le vieux monde vers des progrès nouveaux, pourquoi l'entreprise congolaise réunit, malgré les aléas inséparables de toute entreprise humaine, les conditions requises d'un bon établissement colonial. Dans cet exposé, nous aurons l'occasion de parler de l'essai de colonisation qui, sous le règne de Léopold I^er^, a été entrepris au Guatémala, entreprise un peu oubliée aujourd'hui mais dont font état les adversaires de la colonisation par les Belges— parce qu'elle n'a pas réussi.

Enfin, toujours interrogeant les faits et par l'argument des chiffres, toujours en nous plaçant au point de vue objectif, nous essayerons de prouver que la politique coloniale, telle que la pratiquent notamment l'Angleterre et la Hollande, est fructueuse comme placement d'intérêts et de capitaux parce qu'en même temps qu'elle élève l'idéal du peuple dont elle exalte le sens pratique, elle grandit la politique des gouvernements dont elle élargit le rôle intellectuel et moral.

## CHAPITRE I.

### LA SITUATION ÉCONOMIQUE DE LA BELGIQUE.

Peu de questions dans un pays dont le mouvement commercial était naguère encore le cinquième de l'Europe et, toutes proportions gardées, venait immédiatement après celui de l'Angleterre, ont été étudiées avec autant de compétence, fouillées plus à fond que la question économique. Les annales parlementaires, les recueils publiés par les administrations, les revues scientifiques, les journaux politiques mêmes sont remplis de documents à cet égard. Nous pourrons donc nous borner à faire la synthèse de la question, à caractériser la situation en quelques traits, par quelques chiffres.

La grande ère de prospérité que la Belgique a traversée depuis son émancipation politique et qui lui a donné cette situation exceptionnelle dont son commerce et son industrie se nourissent encore aujourd'hui comme des miettes d'un festin pantagruélique, c'est au libre-échange qu'elle la doit en grande partie. Sous le régime du libre-échange, grâce à un outillage économique qui s'est développé dans des proportions gigantesques, grâce à notre esprit pratique des affaires, grâce surtout au bon marché de la main-d'œuvre, nous avons pu lutter avec succès sur tous les marchés de la concurrence internationale. Le mouvement du port d'Anvers qui donne, peut-on dire, le pouls de notre circulation commerciale, s'est accru d'une façon prodigieuse. Il n'y a pas longtemps, Anvers était le premier port du continent, devançant le Havre, Marseille, Gênes, Rotterdam. Grâce toujours au régime fécondant du libre-échange, les progrès accomplis dans la lutte économique, les bénéfices réalisés par le commerce et l'industrie permirent d'augmenter les salaires de la classe ouvrière.

Ce fut donc une ère prestigieuse. Rien n'indiquait qu'elle dût sitôt finir, et par ce ciel sans nuages, à une époque où il n'était pas question de revendications sociales sous la forme violente qu'elles revêtent aujourd'hui, quoi de plus naturel, de plus conforme à la nature humaine qu'on n'ait pas songé aux jours sombres, aux jours où les sources de la prospérité nationale viendraient à se tarir, où séviraient, dans toute leur fougue brutale, et la crise économique et la crise sociale. Rien, en effet, ne donne plus la confiance que la prospérité et le succès.

L'orientation vers le système protectionniste des grandes puissances continentales d'abord, puis des États-Unis de l'Amérique du Nord ensuite, fut une des grandes causes de la crise; elle devait nous être fatale comme à toutes les petites nations d'ailleurs. Celles-ci se trouvent, en effet, de par leur faiblesse politique, déjà en fort mauvaise posture pour discuter leurs intérêts économiques avec leurs puissants voisins. L'histoire le démontre, elles sont fatalement vaincues d'avance dans la bataille pour le règlement des relations commerciales de peuple à peuple, et ne pouvant user de représailles, faire une guerre de tarifs qui achèverait de les ruiner, elles doivent se résigner à subir ce que leurs intérêts eussent commandé de ne pas accepter. A nos portes, dans toute l'Europe, sauf en Angleterre, dans toute l'Amérique, partout pour ainsi dire, le protectionnisme s'affirme avec une grande force, les barrières douanières s'élèvent chaque jour de plus en plus hautes, de plus en plus étroites, de plus en plus nombreuses, nos anciens débouchés se ferment l'un après l'autre. La France, par ses tarifs Méline, — et la France vient de confier à M. Méline la direction des affaires du pays, la conduite de sa politique, — les États-Unis d'Amérique par leur bill Mac-Kinley, — et le major Mac-Kinley, le père du protectionnisme américain, va, dit-on, être élu président de la grande république, — ont fait à notre commerce d'exportation des blessures mortelles.

L'Allemagne a développé à un haut degré son outillage économique, nos exportateurs la rencontrent partout, elle leur a rendu fort onéreux l'accès de ses frontières. Toutes deux, la France comme l'Allemagne, enlèvent par le prestige de leur force et l'influence de leur politique des commandes que l'habileté de nos constructeurs, le renom de notre industrie obtiendraient certainement de la part des petits états de l'Europe comme des pays neufs.

La Russie est actuellement — mais très passagèrement, à notre avis — un débouché excellent pour notre industrie sidérurgique et nos verreries, mais elle ne tardera guère à s'affranchir de cette tutelle économique le jour où les capitaux avancés par la France et la Belgique pour la création des établissements métallurgiques du bassin de Moscou et de Donetz auront produit des résultats appréciables. Ce jour, ces usines où sont mis en œuvre tous nos procédés s'alimenteront aux productions minérales de la Russie même, et celle-ci, instruite techniquement, échappera à nos entreprises. Bien plus, elle cherchera, avec ces mêmes procédés qu'elle se sera assimilés, à battre notre industrie sur le terrain international. C'est ce qui ressort très clairement, pour qui sait lire entre les lignes et dans la pensée des diplomates, du discours-programme que M. de Witte, le ministre des finances de l'Empire russe, vient de prononcer à Nyni-Novgorod, discours qui est l'acte de foi énergique du « protectionnisme le plus étroit ».

La récente guerre sino-japonaise a appelé l'attention du vieux monde sur un autre danger : le danger *jaune*. Déjà le Japon, qui est entré à pleines voiles dans le courant de notre civilisation européenne, a fait des progrès énormes dans l'industrie. Non seulement l'Empire du Levant construit lui-même ses cuirassés et ses canonnières, fabrique ses fusils et son artillerie, mais encore met en train des machines de toutes pièces pour les industries de la paix; le Japonais tisse des cotonnades,

travaille la laine, raffine du sucre, fait du fer, de la fonte, de l'acier, inonde les marchés de l'Europe des produits de ses papeteries. Le Japonais est ingénieux, il a le « sens de la mécanique », il est sobre, se contente de peu : l'industrie japonaise, qui s'alimente sur place, constitue donc, dès maintenant, un danger redoutable pour nos vieilles industries qui sont réduites, non pas pour s'engraisser mais pour vivre, à forger chaque jour des formules nouvelles, toujours plus complexes, qui doivent compter avec les ressources de plus en plus maigres d'un sol travaillé à outrance, avec les exigences d'une population ouvrière gagnée au socialisme, avec cette épée de Damoclès — la grève — constamment suspendue au-dessus de l'usine.

La concurrence japonaise est rendue plus redoutable encore par suite de la dépréciation de l'argent parmi les peuples à circulation bi-métallique, — l'argent étant la monnaie étalon au Japon.

La Revue des Deux Mondes a fort bien caractérisé ces progrès des pays d'Extrême-Orient dans une étude à laquelle nous empruntons les lignes suivantes, citées d'ailleurs au Parlement par M. De Neef, député pour Louvain (1).

« Quatre expositions — ainsi s'exprime la grande revue parisienne — se sont succédé au Japon depuis vingt ans, et les progrès réalisés d'une exposition à une autre sont tels qu'on peut se demander si on rêve en les constatant. Qu'est devenu le Japon légendaire de notre jeunesse ? L'énergie, l'ambition vivace de ses habitants sont en train d'en faire une vaste usine.

» En 1893, on comptait au Japon 4525 sociétés financières ayant en vue le développement de la production indigène. La baisse de l'argent et l'avilissement du taux

(1) Discours prononcé à la Chambre des représentants dans la séance du 5 mai 1896.

de l'intérêt en Europe ont favorisé à tel point le placement des capitaux en Extrême-Orient que, le 15 février 1893, il s'était fondé au Japon un millier de sociétés nouvelles, créées en moins de six mois, au capital d'environ 280 millions de francs, et que ce chiffre avait plus que doublé en juin 1895.

» Il serait plus aisé d'énumérer ce que les Japonais n'ont pas entrepris que d'essayer de parcourir le champ, vraiment sans limite, où s'exerce leur initiative.

» Ils ont l'éclairage électrique, un réseau de tramways électriques a été créé à Tokio ; ils étudient non seulement les moyens d'atteindre, du premier coup, le dernier degré de perfectionnement mécanique dans leurs filatures, mais encore les moyens d'installer des hauts fourneaux, des forges, des aciéries. Ils ont le fer, la houille.

» Le seul port japonais de Moji a exporté ou fourni, en 1893, un million de tonnes de charbon. Le charbon japonais, grâce à la baisse de l'argent, envahit peu à peu tous les marchés asiatiques et a même pénétré aux États-Unis et en Australie.

» 5600 bâtiments japonais fréquentent le port de Moji, et les pavillons européens en seront bientôt éliminés. Dans cette vue, rien n'est épargné : les armateurs, les industriels japonais se coalisent ; certaines marchandises importées par navires étrangers paient des surtaxes. Les sociétés de navigation ne craignent pas de s'imposer de lourds sacrifices.

» Les Japonais ont pris modèle non seulement sur l'Europe, mais sur ce qu'il y a de plus moderne en Europe et aux États-Unis. Une seule compagnie de navigation japonaise possède 47 paquebots dont plusieurs aménagés avec un grand luxe. Elle fait concurrence aux Messageries françaises et anglaises. Avant peu, assure-t-on, elle aura organisé un service régulier reliant Yokohama à l'Australie, à l'Europe et à l'Amérique.

» Les importations des aciers d'Europe ou d'Amérique

continueront à s'effectuer jusqu'au jour où les aciéries japonaises fonctionneront. Des établissements métallurgiques européens sont déjà installés, d'autres en voie de s'établir non seulement au Japon, mais en Chine.

» On a fondé à Osaka une raffinerie de sucre, une autre à Nahégama, au capital de 750 000 dollars.

» L'Australie espère, concurremment avec la Chine, importer au Japon des laines brutes que les Japonais fileront, tisseront et vendront chez eux d'abord, ailleurs ensuite, à la place des nôtres. En quatre années de temps, les achats de laine faits par le Japon en Australie ont été plus que triplés. »

« Ces rapprochement — ajoute M. De Neef — entre les nouveaux mondes et l'Extrême-Orient, entre les États-Unis, l'Australie, la Nouvelle-Zélande, la Chine et le Japon, auront des conséquences que nous n'avons pas encore mesurées mais dont la plus certaine sera de laisser les producteurs européens à l'écart, isolés, tandis que les échanges se multiplieront directement entre de gigantesques producteurs et des industriels qui, récemment encore, n'existaient pas ou ne comptaient à nos yeux que comme consommateurs.

» Quand toutes les filatures de coton qui sont en cours de construction au Japon travailleront, on comptera environ 1 100 000 broches. 37 filatures japonaises de l'arrondissement consulaire d'Osaka-Yago emploient 5780 ouvriers au salaire moyen de 45 centimes, et 19 219 ouvrières au salaire moyen de 21 centimes. Dans un autre arrondissement, une seule filature employait 5800 ouvriers.

» De son côté l'Inde a déjà développé son industrie cotonnière au point de compter 134 manufactures, 24 531 métiers, 3 351 674 broches employant, en moyenne, par jour, 111 000 personnes. Le nombre des broches a plus que doublé de 1881 à 1891 et les exportations de tissus ont, depuis quinze ans, quadruplé.

En 1891, l'Inde a expédié en Chine et au Japon pour 165 millions de livres sterling de tissus de coton. D'après une enquête faite récemment, les bénéfices réalisés permettent la distribution de dividendes s'élevant de 10 à 20 p. c.

La Chine — l'autre côté du diptyque jaune — instruite par les défaites que le Japon lui a infligées, ne tardera pas non plus à entrer dans le courant des peuples civilisés à l'européenne.

« Mes constatations, écrit un agent anglais, M. Jamieson, sont vraiment inquiétantes. La différence énorme entre les conditions économiques permet à l'industriel de l'Extrême-Orient de vaincre sans effort celui de l'Occident, qui lutte de son mieux. »

Et M. Jamieson montre les anciennes industries couvrant avec peine leurs frais ou même accusant des pertes sensibles, tandis que des industries nouvelles et rivales surgissent rapidement en Extrême-Orient, et, malgré leur peu d'expérience et les fautes de la direction, donnent des dividendes moyens de 12, 16 et 18 p. c. M. Jamieson présage que le danger ira croissant : la main-d'œuvre est si abondante et le territoire si vaste que bien des années s'écouleront avant qu'une hausse puisse se produire sur le salaire.

Cette dernière considération répond à l'objection qui se présente tout naturellement à l'esprit contre l'argument des salaires infimes — qui seraient en Europe des « salaires de famine » — dont se contente la classe ouvrière jaune. Sans doute, la loi est vraie au Japon comme chez nous : plus les bénéfices sont considérables, plus élevés seront les salaires ; mais cet effet ne se produira au Japon, dans les Indes et en Chine que fort tardivement. — M. Jamieson nous l'explique : la main-d'œuvre est si abondante et le territoire est si vaste.

Concluons : la situation que le courant protectionniste

crée à notre industrie et à notre commerce est grave. Si, pour le moment, l'industrie métallurgique trouve en Russie des débouchés, ceux-ci sont précaires. Le jour où le Japon, les Indes et la Chine — le fait s'est déjà réalisé partiellement pour le Japon — viendront lutter sur nos propres marchés contre nos propres produits, que l'Europe sera inondée du surplus de leur production, le vieux monde traversera une crise où l'existence des petits états — des faibles — risquera fort de sombrer sans retour.

Qu'on ne nous accuse pas de pousser les choses au tragique. Les statistiques expriment cette phase si troublée de notre vie économique d'une façon brutale — c'est le propre des chiffres — mais éloquemment suggestive. Consultons, en effet, le *Tableau général du commerce belge avec les pays étrangers pendant l'année 1894*, le dernier document de l'espèce qu'ait publié le service de la statistique du département des finances. Qu'y voyons-nous? Le chiffre des importations et exportations générales pour l'année 1894 – soit 5 milliards 127 millions 700 mille francs — est inférieur de 273 millions ou 5 p. c. à celui de l'année précédente. On estime qu'en quatre ans — de 1890 à 1894 — notre commerce général a diminué de plus de 700 millions de francs. En deux ans — de 1890 à 1892 — le mouvement du transit accuse la baisse énorme de 200 millions. A l'heure actuelle, le port d'Anvers est dépassé, comme importance du tonnage des navires entrés et sortis, par Hambourg et peut-être même par Rotterdam.

Si nous examinons le mouvement du commerce belge par pays, nous constatons que l'importation des produits belges vers la France, qui s'élevait en 1893 à 310 millions de francs, a baissé de 24 millions, soit 8 p. c., que l'exportation vers l'Angleterre, vers l'Allemagne, vers la

Hollande, vers l'Amérique est en perte, pour 1894, respectivement de 10, de 2, de 13 et de 16 p. c.

Notre commerce avec les vieux pays, comme avec l'Amérique, est donc menacé de décadence. Nous sommes ligottés par des lanières douanières de plus en plus étroites et qui finiront par nous étouffer sous la poussée d'une production ultra-intense violemment comprimée. Ce qu'il nous faut, c'est de l'air, c'est-à-dire des débouchés. Ce qui s'impose, c'est donner résolument un coup de barre au gouvernail vers la politique des débouchés, vers la politique coloniale — celle qui donne des aliments nouveaux.

La situation économique de la Belgique, que les chiffres d'une statistique impitoyable montrent ainsi sous un jour aussi sombre, doit paraître plus inquiétante encore quand on réfléchit à l'augmentation rapide de notre population. En 1890, d'après le recensement arrêté le 31 décembre de cette année, le nombre des habitants de notre pays était de 6 millions environ. En 1894, la population dépasse le chiffre de 6 200 000 habitants, soit, en quatre ans, une augmentation de 200 000 ou plus de 3 p. c. En 1900, d'après la même progression, la population de la Belgique sera de plus de 6 millions et demi. En 1930, toujours d'après la même loi de progression ascendante, en admettant que les mêmes facteurs continuent à agir dans le même sens, la population de la Belgique qui fêtera le centenaire de son indépendance aura huit millions d'individus au minimum.

Le territoire belge cependant n'aura pas plus de 30 000 kilomètres carrés, alors comme aujourd'hui, mais le sol se sera épuisé de plus en plus. Ni la culture intensive, ni les méthodes nouvelles d'assolement, ni toute la science économique, ni la sollicitude la plus attentive de M. le Ministre de l'Agriculture, ni les lois prévoyantes de l'Office du Travail n'empêcheront pas que la situation

économique de la Belgique, si le monde civilisé persiste dans l'erreur de la protection, sera effroyable ... à moins que le pays, voyant clair dans ses destinées, ne se soit assuré de débouchés qui soient bien à lui, capables de fournir, avec la paix sociale, le travail et le pain à ses nombreux enfants.

Ici se pose l'objection : la protection n'est pas éternelle, elle passe comme l'erreur. C'est vrai, mais avant que l'Europe et l'Amérique reviennent à la vérité économique, — celle qui est la plus humaine, la plus charitable, — de longues années, nous le craignons bien fort, se passeront encore. Nous ne croyons pas, en effet, que la folie protectionniste qui trouble en ce moment si profondément le monde soit près de finir. Les faits de l'observation historique semblent le prouver, le protectionnisme n'est que la résultante de cet esprit d'individualisme à outrance qui caractérise notre fin de siècle et que la politique transcendante a dénommé : *self government, unité des races,* le « *farà da sè* », etc., — toutes variantes de ce qui, appliqué à l'homme pris isolément, s'appelle simplement : l'égoïsme. Ceux qui feront l'histoire de la deuxième moitié du XIX^e^ siècle retiendront deux faits importants, connexes, intimement liés, l'un d'ordre politique, l'autre d'ordre économique. C'est d'abord la tendance des peuples de même race à former de grandes collectivités, puis de vivre de leur vie propre, de pratiquer une politique économique personnelle, chose étrange à la fin d'un siècle où d'autre part les idées de charité, de justice sociale, d' « altruisme » semblent faire leur trouée sur les ruines des vieux remparts oligarchiques. C'est l'histoire de la formation de l'unité allemande, de l'unité italienne, de l'unité slave, celles-là accomplies, celle-ci en gestation, c'est le réveil de l'unité grecque ; mais c'est aussi et en même temps l'épisode douloureux de la France qui se jette dans les bras du protectionnisme, d'une Allemagne,

d'une Italie, d'une Russie serrées de barrières douanières, c'est aussi la théorie de l'Amérique aux Américains, c'est en même temps le cri sénile aux petits, qui retentit à travers le monde : Guerre à l'étranger !.....

Et — *ô quoque!* — même l'Angleterre semble faire défection. Ne s'est-il pas créé un mouvement contre le libre-échange, à Manchester, dans la ville de Peel, des Cobden, dans le sanctuaire du libre-échange ?

Quand donc on regarde dans son ensemble la situation de notre pays, on constate ces symptômes morbides : d'une part, une surabondance de production industrielle avec un écoulement de produits instable et précaire, d'autre part, une exubérance de population. On en déduit ces conséquences inéluctables : l'avilissement des capitaux qui, ne trouvant pas à s'utiliser, ou dorment ou vont s'engouffrer dans les entreprises véreuses de certains pays d'outre-mer, le travail anémié dans son origine, et, par conséquent, les sources mêmes de la prospérité nationale mises en péril.

Et fatalement, sur la crise économique est venue se greffer la crise sociale. Le commerce en décroissance, l'industrie incertaine, prospère par soubresauts, sans stabilité pour l'avenir, ne peuvent donner à leur armée de travailleurs des salaires suffisants, les ouvriers sont mécontents et dans les meilleures dispositions d'âme pour écouter les prêcheurs de grèves et de révoltes.

Pas un trait n'est à retrancher de ce tableau, personne n'y contredira. Un remède s'impose donc, quel qu'il soit. La politique coloniale est-elle ce remède? C'est ce que nous allons examiner maintenant.

## CHAPITRE II.

### LA LOI D'EXPANSION UNIVERSELLE DES PEUPLES. — LE PASSÉ COLONIAL DE LA BELGIQUE.

Il est un fait qui, en matière de colonisation, frappe tout d'abord, c'est que tous les peuples indistinctement finissent par s'essaimer en colonies, soit que les individus se mêlent à la population du pays nouveau sans y créer une nationalité propre, — tels les Allemands aux États-Unis, — soit qu'il y fondent un nouvel état de toutes pièces, — tels les Espagnols au Mexique, tels les Portugais au Brésil.

La loi de colonisation est une loi providentielle. C'est, a dit Émile de Girardin, une ressource que la Providence réserve aux états pour l'époque où ils auront un excès de population.

Les Espagnols, les Portugais, les Hollandais se sont répandus dans toutes les parties du monde habité ; la race anglo-saxonne offre depuis le XVII^e siècle à l'admiration des philosophes le spectacle grandiose de l'exode de ses enfants emportant avec eux leur foyers et leurs dieux lares pour aller, à travers les mers, sur tous les points de la terre, fonder de nouvelles patries ; à notre époque, les Allemands s'en vont chaque jour par milliers enrichir l'Amérique de leurs bras, de leurs capitaux, de leur industrie, de leur profond sentiment national et religieux. Si la France est aujourd'hui peu portée à l'émigration, sous l'ancien régime elle a peuplé le Canada, la Louisiane, l'île Bourbon, la Réunion, l'île Maurice ; elle a 300 000 de ses enfants en Algérie. Enfin, les Italiens — les derniers-nés à la vie des grandes puissances — se sont répandus en Égypte, en Tunisie, dans la République Argentine, et les Grecs mêmes fondent de nombreux établissements sur les côtes de l'Asie mineure. Nous ne parlons pas de la

Russie qui poursuit au delà de l'Oural et du Caucase son vaste plan d'extension vers l'océan Indien.

C'est donc bien une loi d'expansion universelle, une loi inéluctable, que cette loi qui prescrit que, lorsque la ruche humaine déborde, des groupes doivent s'en détacher pour aller planter leur tente autre part et à l'ombre de cette tente faire germer une société nouvelle.

Cette loi du déversement des populations exubérantes est d'ailleurs la base même de l'économie sociale du globe. Elle se vérifie pour ainsi dire mathématiquement. Là où les naissances présentent sur les décès un excédent maximum, comme en Allemagne, là aussi le mouvement d'émigration est le plus intense; là où la population s'accroît le plus lentement, l'émigration est presque nulle, témoin la France.

Ce principe de l'équilibre des populations par déversement est, d'autre part, un phénomène naturel, c'est celui des eaux entourant le globe, celui de l'équilibre des fluides. Là où le déversoir fait défaut, où la communication manque, il y a pression et malaise, et l'équilibre finalement doit se rétablir par la force.

L'expansion des masses humaines n'est pas le fait exclusivement réservé aux races blanches : si la race jaune est restée longtemps à l'écart du mouvement auquel obéit depuis tant de siècles l'Europe, après avoir jadis — dans les temps préhistoriques — lancé ses hordes innombrables des hauts plateaux de l'Asie à la conquête de nos riches plaines, c'est que, épuisée par ces efforts gigantesques, elle s'était confinée chez elle.

Mais la marée jaune a recommencé à monter, elle déborde au delà des limites — frêles barrières — qui l'enserrent. Aujourd'hui déjà, des milliers de Chinois se sont rués sur l'Amérique et le mouvement n'est qu'esquissé. Le jour où la race jaune frayera franchement avec la civilisation européenne, où les Chinois imiteront les

Japonais qui ont résolument ouvert la voie, l'excédent de ces cinq cents millions d'individus aux appétits énormes tombera, comme une nuée de sauterelles, sur tout ce qui sera resté inoccupé de la surface du globe. Tant pis alors pour les peuples de race blanche qui n'auront pas pris les précautions nécessaires en vue de leur développement; ils paieront cruellement le prix de leur imprévoyance.

Ce ne sont pas là des éventualités vaines. Déjà les États-Unis de l'Amérique du Nord se sont défendus par leur *Chinese Act* contre l'immigration de la race mongole, bien qu'il leur reste d'immenses territoires à peupler. Les hommes d'État de la grande république ont vu un danger économique, social et politique dans l'immigration des coolies se déversant par flots continus sur le sol américain et, escomptant avec raison l'expansion de la race anglo-saxonne, ils ne veulent plus tolérer chez eux ces milliers d'Asiatiques ayant des mœurs, un langage, une religion complètement différents de leurs mœurs, de leur langage, de leur religion, véritable population flottante que rien n'attache à la terre, qu'elle cultive sans lien d'aucune sorte, sans communauté d'intérêts, sans subordination réelle. Repoussés de l'Amérique du Nord, où iront-ils ?... Grave problème qui involontairement nous fait songer aux migrations des temps antiques dont nous parlions plus haut, tombant sur l'Europe comme ces avalanches des Alpes auxquelles rien ne résiste.

Si donc la loi est vraie, est universelle, nous, Belges, nous ne pouvons avoir la prétention de chercher à nous y soustraire.

C'est cette nécessité de constituer dans les pays neufs, inexploités, des réservoirs d'alimentation pour l'avenir qui déjà, sous le règne de notre premier Roi, d'illustre mémoire, s'imposait à la méditation des hommes d'État qui conseillaient le souverain, de Léopold premier lui-même. C'est sous la pression de cette préoccupation d'avenir qu'ont été conçus, à peine notre situation politique était-elle conso-

lidée, les projets de colonisation de Santo Toma de Guatémala, du Rio Nuñez, d'autres encore, mais dont l'entreprise de Santo Toma, faite vers 1840, a été l'expression la plus digne d'intérêt.

Ces essais de colonisation n'ont pas été couronnés de succès. Pourquoi ? Il nous a paru tout au moins curieux de le rechercher, ne fût-ce que pour nous permettre de répondre à ceux qui font état de ces insuccès et en tirent argument, par analogie, au point de vue des chances d'avenir des projets belges aujourd'hui en plein développement sur le sol africain, au point de vue de l'État indépendant du Congo.

Disons-le nettement : l'essai de colonisation de Santo Toma de Guatémala ne pouvait réussir dans les conditions où il était tenté.

On a accusé de son échec et les organisateurs, et le gouvernement, et le climat. Parmi les nombreuses causes qui furent mises en avant pour expliquer la non-réussite de l'entreprise, il n'est pas trop difficile de démêler les vraies. C'est ce que nous allons essayer de faire. Comme nos lecteurs le verront, cette étude rétrospective est absolument *actuelle*, — tant, à cinquante années d'intervalle, les hommes, les passions, la politique restent les mêmes.

L'entreprise de Guatémala, tout d'abord, avait trop le caractère d'une spéculation pure.

Toute entreprise où il y a des *alea*, des risques à courir, est une spéculation. En soi, il n'y a là rien de répréhensible. Mais les chefs de l'entreprise avaient eu tort de vouloir faire de Santo Toma uniquement une colonie d'émigration, une colonie agricole dont les terres — encore à défricher — constituaient le seul capital roulant.

C'était au contraire une colonie d'exploitation, un comptoir commercial, un centre d'échanges qu'il eût fallu créer. Et pour cela il était nécessaire de mettre dans l'affaire un apport de capitaux plus considérable.

Le gouvernement, voulant s'éclairer, avait dépêché à Santo Toma un commissaire, homme compétent, à la fois savant et esprit pratique, le colonel De Puydt. Les adversaires de l'entreprise représentèrent le rapport du commissaire comme l'œuvre d'un illusioniste qui avait contemplé la baie de Santo Toma à travers le prisme enchanteur de ses espérances. Et cependant le colonel De Puydt avait vu vrai, et ce qui le prouve, c'est que le Guatémala est à cette heure en voie de réaliser et au delà les espérances qu'il présentait en 1841. Le budget des recettes de l'État représente aujourd'hui 10 millions et demi de pesos, son commerce d'exportation atteint 19 millions, son territoire est sillonné par 190 kilomètres de chemins de fer et 290 kilomètres sont en construction.

Le rapport du colonel De Puydt n'avait donc rien exagéré. Seulement, au lieu de s'attacher à défricher péniblement quelques arpents de terre, besogne qui, sous un climat pareil, devait tuer sûrement les Blancs, on eût mieux fait de suivre une voie plus rationnelle : déboiser ce qui était strictement nécessaire pour l'établissement de la colonie, puis construire un bout de route qui eût permit de communiquer avec la ville de Guatémala. De cette façon, on pouvait opérer un commerce d'échange des plus productifs, qui, progressivement, se serait étendu à toute la côte, à toute l'Amérique centrale. Avant tout, il fallait des voies de communication permettant d'exploiter le pays, le reliant à la mer.

D'autre part, les hommes qui furent mis à la tête de l'entreprise avaient du cœur, de l'intelligence plus qu'il n'était nécessaire pour réussir, mais il n'étaient jamais sortis du pays, ils n'avaient ni l'expérience ni la connaissance des colonies, ils ne furent pas toujours adroits dans le choix des chefs qu'ils déléguèrent à Santo Toma, et ceux-ci bien souvent suivirent une ligne de conduite que le gouvernement du Guatémala vit de mauvais œil. Or, c'était une question des plus importantes, à cette distance

de l'Europe et étant donnée la rareté des communications avec la mère-patrie, celle de rester en bons termes avec les populations et les autorités indigènes.

Le climat de Santo Toma est brûlant et humide : deux conditions propres à produire une surabondance de vie végétative mais qui, en certaines saisons, provoquent la fièvre chez le Blanc. C'est un inconvénient grave. Toutefois on ne peut dire que le climat est plus meurtrier qu'à Surinam, Batavia et ailleurs sous les tropiques, où les Européens vivent sans trop souffrir. Enfin, si les colons de Santo Toma succombèrent en aussi grand nombre, c'est parce qu'ils n'avaient pas, en général, cette constitution solide, ces habitudes de sobriété et d'ordre, et, surtout, cette force morale qui sont indispensables pour vivre sous l'ardeur des climats tropicaux.

En réfléchissant à ces considérations diverses, on s'explique les mécomptes que les colons rencontrèrent dès le début. S'ils avaient été doués de cet esprit d'entreprise qui distingue la race anglo-saxonne et même la race batave, et qui les cuirasse contre des déceptions inévitables, ces mécomptes eussent été supportés avec une sereine philosophie. Mais non : les moindres fautes prirent des proportions gigantesques, les natures en apparence les mieux trempées furent paralysées. Et en Belgique les philanthropes — un métier fort facile — s'indignèrent en termes véhéments de ce qu'ils appelaient l'exploitation du Blanc par le Blanc !

Il faut bien le dire aussi : si le gouvernement fit chose patriotique en accordant son appui à la Société belge de colonisation, cet appui ne fut ni assez tenace ni assez puissant : les Belges de Santo Toma se crurent abandonnés. Il jugea — à tort — qu'après avoir aidé la Société à assurer les besoins de la première heure, sa tâche était terminée, alors qu'en matière de colonisation — l'exemple de la France en Algérie en est une preuve frappante — on n'obtient rien sans longs sacrifices et sans continuité

dans les efforts. Loin de notre pensée de prétendre que le gouvernement devait reprendre la colonie de Santo Toma pour son propre compte. Seulement, en 1846, alors que le commerce d'Anvers voulut sauver au moins les avantages commerciaux de l'entreprise en créant à Santo Toma un comptoir d'échanges, alors que les bases étaient jetées d'une *Compagnie commerciale pour l'importation directe de produits belges à Santo Thoma,* le ministère fut peu prévoyant, montra peu de flair politique en refusant son aide pour la formation de la société nouvelle.

On peut donc regretter d'abord que le gouvernement n'ait pas établi des moyens de communication réguliers entre Anvers et Santo Thoma, ce qui aurait donné à la colonie naissante une force et une confiance qu'elle n'eut à aucun moment, on peut regretter surtout qu'il négligea de propos délibéré une de ces rares occasions qui se présentent à un peuple peu connu, en raison de son importance politique, de faire pénétrer les produits de son industrie dans un pays nouveau.

Commercialement, le comptoir de Santo Toma devait réussir. Pendant les deux années et demie de l'existence régulière de la Société belge, 15 navires nationaux importèrent à Santo Thoma pour 525 000 francs de marchandises diverses, et les importations étrangères ajoutées à ce chiffre donnèrent pour le trafic du port une valeur de 950 000 francs.

Le mouvement du port qui, en 1843, était de 3 navires seulement, montait à 31 en 1844 et à 100 en 1845. Quand, à côté de ce fait, on rapproche cet autre, que le commerce d'importation de toute la côte orientale de l'Amérique centrale était représenté, en 1844, par 430 navires, il faut en conclure que le commerce de Santo Toma progressait rapidement et s'annonçait sous d'excellents auspices. Que serait-ce, lorsqu'une route convenable, un chemin de fer aurait relié Santo Toma à Guatémala ? On peut hardiment le dire, la réussite *commerciale* de

l'entreprise était une chose acquise, le nouveau port allait si bien enlever à Belise, à Omoa, à Ysabal la plus grande partie de leur trafic avec l'intérieur de l'Amérique centrale que d'ores et déjà les consuls anglais le prédisaient, en termes exprès, dans leurs rapports au gouvernement britannique.

Toutes ces brillantes promesses sombrèrent misérablement. Dans ce désastre, l'opinion publique qui, au début, semblait favoriser les entreprises de la Société belge, peut s'accuser d'avoir joué un rôle peu patriotique.

Ignorante dans la matière, imbue de préjugés et se croyant apte pourtant à résoudre les questions de relations commerciales lointaines, l'opinion publique ne voulut pas admettre que notre infériorité vis-à-vis de peuples anciennement constitués, de peuples pourvus par l'émigration, la conquête et une longue suite d'incessants essais, de l'expérience, de l'esprit d'initiative et des éléments indispensables pour opérer à l'étranger, nous imposait l'obligation d'obtenir, *par des sacrifices réitérés*, la connaissance des hommes et des choses qui constituent ces éléments précieux.

L'opinion publique, au lieu de soutenir de son immense crédit les hommes courageux qui avaient conçu l'œuvre de la Société belge de colonisation, les chansonna !

C'est pitoyable à constater, mais, dans notre pays, trop souvent une pensée généreuse finit, tuée par la raillerie.

Avec l'essai de Santo Thoma, l'ère de la colonisation belge s'ouvre et se ferme ; il semble que l'esprit d'entreprise *extra-muros* de nos concitoyens y ait été tué dans son germe.

Le pays s'abandonna à cette politique économique simpliste par laquelle les branches diverses du travail national agissent uniquement suivant les lois de l'offre et de la demande, suivant l'impulsion des marchés étrangers ; comme on sait, cela lui réussit à merveille, au point

d'exciter l'envie des voisins. Que fallait-il de plus, disait-on à ceux qui regardaient au delà ?

Malgré ou peut-être à cause de cette situation prospère, des esprits prévoyants émirent le vœu qu'on se préoccupât de rechercher de nouveaux débouchés, fatalement nécessaires un jour, à l'expansion de l'industrie nationale. Celle-ci, en effet, ne pouvait se contenter de continuer à fabriquer uniquement pour le marché belge à moins que de consentir à déchoir.

« Il est incontestable, écrivait, en 1860, l'Auteur du *Complément de l'œuvre de 1830,* que pour produire à bon marché, l'industrie doit produire et vendre beaucoup, sinon elle est obligée de diminuer le prix de la main-d'œuvre, moyen extrême qui engendre le paupérisme.

» Au point de vue de la prospérité, de la moralité et de la salubrité publique, au point de vue de la force des nations et de la conservation de la race, il vaudrait donc mieux ne pas avoir d'industrie que d'en avoir une sans débouchés réguliers et sans indépendance, vivant au jour le jour et ne se soutenant qu'en épuisant le travailleur. Une nation industrielle qui n'a pas de commerce doit à la longue s'appauvrir. Elle peut bien avoir des périodes de prospérité, mais ces périodes ne seront jamais de longue durée. Le moindre ébranlement politique arrêtera l'essor de son activité, et alors la misère publique sera d'autant plus grande que l'activité du commerce ne fera pas contrepoids à la stagnation de l'industrie.

» Voilà un côté de la question qu'il n'est pas permis aux hommes d'État de perdre de vue.

» Aussi voit-on les gouvernements de tous les états, au milieu même des circonstances les plus graves, se préoccuper de la question des débouchés, qui est pour l'industrie ce que la respiration est pour le corps humain, une question de vie ou de mort. »

Ces paroles restèrent sans écho : on était au milieu de la période d'abondance. Le libre-échange était passé

d'Angleterre sur le continent pour devenir la loi économique de la plupart des nations et une source de prospérité indéfinie pour les pays de production industrielle et sans colonies comme la Belgique.

L'histoire de notre tentative au Guatémala est intéressante à plus d'un titre. On aura remarqué la presque identité, tout au moins la similitude des circonstances qui accompagnèrent, en 1840, la gestation, l'évolution et — hélas! — la chute de l'entreprise de Santo Toma et les causes qui, de nos jours, rendent si difficile le développement de l'œuvre du Congo : le même scepticisme, le même esprit railleur, à cette variante près qu'en 1840 l'affaire de Santo Toma était inspirée seulement par une pensée de prévoyance, d'avenir, tandis que l'œuvre du Congo est née d'une nécessité pressante et actuelle. Santo Toma a réussi, mais entre des mains étrangères. Le pays ne s'en est pas aperçu parce qu'il n'avait pas besoin alors de Santo Toma. Mais aujourd'hui que les années grasses sont bien loin, que l'avenir économique et social de la Belgique est sombre, gros de nuages, peut-elle se passer de débouchés coloniaux? Telle est la différence capitale entre les deux situations. Nous sommes ainsi de nouveau ramené à cette question qui est le cœur même du débat : la Belgique trouvera-t-elle dans la politique coloniale une amélioration sinon le remède à la situation que nous avons caractérisée?

Nous disons : oui, et c'est ce que nous essayerons de prouver dans les lignes qui vont suivre.

E. MONTHAYE,
Capitaine commandant d'État-major,
professeur à l'École de guerre.

*La fin prochainement.*

# L'IMMUNITÉ

## INTRODUCTION.

L'étude des microorganismes, commencée il y a vingt-cinq ans à peine, a révolutionné presque toutes les branches de l'activité humaine qui sont liées de près ou de loin aux manifestations vitales. Elle nous a révélé l'existence d'un monde inconnu, d'une quantité innombrable d'êtres qui échappent à nos sens, bien qu'ils vivent à nos côtés ou même en nous, et qu'ils contribuent à nous faire vivre en attendant qu'ils nous dévorent.

Ces êtres si simples, qui représentent en poids une quantité infinitésimale de matière, sont détruits avec la plus grande facilité, mais en revanche ils se reproduisent avec une facilité plus grande encore. Aussi les trouve-t-on partout : dans l'air que nous respirons, dans la terre que nous remuons, dans nos organes, sur notre peau, qu'ils couvrent d'une population numériquement beaucoup plus élevée que la race humaine répandue sur la croûte terrestre. Ils nous entourent, nous englobent, nous disputent nos aliments.

C'est contre ces ennemis que le cultivateur lutte pour préserver ses champs, ses graines, ses bestiaux, le brasseur pour sauver sa bière, le distillateur son alcool, le viticulteur ses ceps, le chirurgien ses opérés et le médecin ses malades.

Vingt-cinq ans de recherches, vingt-cinq ans de laboratoire ont soulevé un coin du voile qui nous cachait cette

vie intense, cette lutte quotidienne, incessante, inconsciente, que nous soutenons contre des éléments jusqu'alors ignorés.

Quand la science médicale, au chapitre « Étiologie » ou étude des causes morbides, eut remplacé par des noms de microbes toutes les origines des maladies précédemment invoquées, on se dit : détruisons le microbe, détruisons le germe, enlevons la cause, et la maladie sera vaincue.

Le chirurgien se lava les mains, cura ses ongles, saupoudra les plaies de substances microbicides, en un mot pratiqua l'antisepsie ; dès lors il cessa d'être lui-même le véhicule de la maladie, son bistouri s'enhardit jusqu'à fouiller impunément les profondeurs du corps humain, un grand pas dans l'art de guérir était fait.

Le médecin, lui, était moins bien partagé. Comment atteindre le mal dans l'épaisseur des organes? A quoi bon connaître la cause de la maladie si l'on n'a aucune prise sur elle? Les antiseptiques tueraient le malade avant d'arriver aux microbes! Néanmoins on essaya ; on introduisit dans l'organisme les doses d'antiseptiques que celui-ci pouvait supporter ; surtout on fit de la prophylaxie, on évita toute contamination ; on fit de l'hygiène, de la médecine préventive, et les résultats furent très consolants. Je n'en citerai qu'un cas emprunté à la tuberculose : grâce à la découverte des microbes, la mortalité à la suite de cette maladie a diminué de 15 p. c. dans les grandes villes d'Allemagne.

Mais on a été plus loin : on a inventé la sérothérapie, et cette méthode, née d'hier, surpasse en efficacité toutes les autres. Dire au lecteur comment elle est sortie du laboratoire, tel est le but de ce travail.

On savait que certaines espèces animales sont réfractaires à certaines maladies ; elles jouissent vis-à-vis de ces dernières d'une immunité incontestable et pour ainsi dire absolue. Cette immunité est parfois même le privilège de certaines races : les indigènes des pays chauds résistent

sans peine aux affections fébriles, alors que les étrangers en subissent tous les atteintes. Pourquoi cette différence? Effet de l'habitude, disait-on. Il est des maladies qu'on n'a qu'une fois; ceux qui en ont triomphé n'ont plus rien à redouter leur atteinte. Un homme sain, vigoureux, menant une vie régulière et hygiénique, dans un état de bien-être parfait, possède un organisme présentant une résistance remarquable contre l'invasion des microbes : il jouit, comme on dit, d'une immunité générale. D'autre part, il existe des espèces animales dont la constitution chimique des tissus est défavorable au développement de tel microbe; chez une autre espèce, la température normale est inférieure ou supérieure à celle qui est nécessaire à ce microbe pour pouvoir pulluler : ces espèces sont forcément réfractaires et jouissent vis-à-vis de ces formes microbiennes d'une immunité naturelle.

Mais au cours des recherches bactériologiques, on trouva que les microbes non seulement se nourrissent à nos dépens, mais qu'en plus ils rejettent des matières toxiques, de vrais poisons, qui hâtent et même déterminent la mort. On résolut de mettre à profit cette observation, et voici comment on raisonna : On peut s'habituer au poison; isolons donc les poisons élaborés par les microbes, essayons d'en faire tolérer à l'organisme des doses toujours croissantes, et nous pourrons braver l'empoisonnement.

On avait appris aussi que les microbes n'étaient pas toujours virulents avec la même intensité; on était parvenu à les atténuer. Pasteur avait réussi à conférer aux poules l'immunité contre le choléra des poules en leur injectant des microbes, d'abord atténués, ensuite de plus en plus virulents. On chercha donc par ces moyens à créer l'état réfractaire; c'est ainsi qu'on procéda pour le charbon, la rage, la variole; on vaccina, et l'on parvint à donner à l'homme et aux animaux l'immunité contre ces maladies.

L'*immunité*, dans un sens général, est l'état biologique

d'un être vivant qui, placé dans les conditions reconnues pathogènes pour d'autres espèces ou même pour l'espèce à laquelle il appartient, y échappe d'une manière complète.

Un être doué d'immunité vis-à-vis d'une cause morbide est dit réfractaire à cette cause, *immun*, dans le langage technique. Cette immunité, nous l'avons vu, peut être générale : c'est le cas de l'homme sain ; elle peut être spécifique : c'est le cas de l'habitant des pays chauds que nous citions tantôt ; dans ces deux cas elle est *naturelle*.

Mais on peut l'acquérir, on peut la provoquer ; elle est alors *artificielle* ; et l'ensemble des opérations par lesquelles on transforme un animal réceptif d'une influence pathogène, en animal réfractaire à cette influence, s'appelle *immunisation*. Si le but est atteint, l'animal est immunisé, et la substance dont on s'est servi s'appelle *substance immunisante*.

Maintenant que nous sommes fixés sur la signification des termes à employer, nous pouvons aborder l'étude de l'immunité.

Dans une première partie, nous traiterons de l'immunité naturelle ; dans une seconde partie, de l'immunité artificielle ; et nous dirons en terminant un mot de la dernière application pratique de l'immunité artificielle, la sérothérapie.

## I.

### IMMUNITÉ NATURELLE.

L'état de santé dans lequel se trouve la plus grande partie de l'humanité n'est pas la conséquence d'une paix conclue avec nos ennemis les microbes ; ce n'est pas même une paix armée, c'est un combat incessant. Nous sommes en butte à des assauts continuels, et pourtant nous résistons ; nous passons sur cette terre sans nous douter que notre corps est un vrai champ de bataille.

Dans cette lutte, nous considérerons les deux partis en présence :

Du côté de l'attaque, les microbes ; du côté de la défense, les cellules du corps vivant.

1. *L'attaque.* — Tout le monde est d'accord aujourd'hui pour reconnaître que les maladies infectieuses sont toutes d'origine microbienne. Le charbon, le choléra, la fièvre typhoïde, la diphtérie, la tuberculose, le tétanos, l'érysipèle, la variole, la pneumonie et tant d'autres sont dues en dernière analyse à la présence d'une espèce particulière de microbes. Les autres affections, dans la grande majorité des cas, ne deviennent graves ou mortelles qu'au moment où les microbes se mettent de la partie en envahissant l'organisme. Car nous portons toujours sur nous et en nous les germes d'une foule de maladies, des espèces nombreuses et variées de microbes, qui ne demandent pour prospérer que quelques conditions favorables : un peu moins de résistance de notre part, une altération de muqueuse, un trou à la peau ; aussitôt ils pénètrent à l'intérieur du corps et en font vite un milieu de culture excellent pour se reproduire et pulluler.

Il en est surtout trois que l'on rencontre partout : ce sont le *Staphylococcus pyogenes*, le *Streptococcus*, et le *Bacillus coli communis ;* ce dernier peuple notre intestin par milliards. D'ordinaire assez inoffensifs, ils peuvent devenir pathogènes, et ils jouent toujours un rôle prépondérant dans les complications survenant au cours des maladies.

Il fallut de longues recherches pour établir ce fait, que le développement des microbes dans l'organisme est bien la source des maladies infectieuses ; cette conviction acquise et unanimement partagée, on crut que tout était dit : on pensa tout naturellement que la vie à deux était impossible ; on attribua la maladie à l'invasion d'un nombre aussi considérable de parasites. Une lutte pour

l'existence, pour la nourriture en était la conséquence immédiate, et le dessus restait au plus fort. Cette lutte avait pour but l'appropriation et la consommation par l'espèce la plus forte des aliments de toute nature nécessaires à la nutrition ; le vaincu périssait d'inanition, il mourait de faim.

On se contenta d'abord de cette explication un peu trop simple, sans rechercher par quel mécanisme intime la vie des bactéries était nuisible à la nôtre. On savait pourtant que l'homme consomme en général beaucoup plus d'aliments qu'il ne lui en faut pour vivre ; pourquoi une symbiose avec les microbes ne s'établirait-elle pas ? Bientôt on essaya de préciser les points principaux de cette prétendue concurrence vitale, et l'on émit l'hypothèse que les cellules du corps souffraient surtout du manque d'oxygène, la quantité d'acide carbonique dégagée à la fois par l'organisme et les microbes rendant toute vie impossible ; l'oxygène vivificateur manquait, en un mot le malade périssait par asphyxie.

Ces explications paraissaient plausibles et l'étaient en réalité, car les premières maladies étudiées, le charbon et le choléra des poules, sont précisément caractérisées par la multiplication énorme des microbes dans le sang des animaux malades. Elles étaient bien loin cependant de satisfaire à tous les desiderata ; si elles étaient admissibles dans les cas où la maladie se généralise rapidement et se diffuse à travers tous les organes, d'autre part elles se heurtaient à une foule de faits qu'elles laissaient inexpliqués.

Les anatomopathologistes émirent alors une autre hypothèse. Ce n'est pas tant la concurrence vitale des microbes, dirent-ils, qui est à redouter, c'est plutôt leur présence ; ce sont les résultats mécaniques du développement rapide de ces corps étrangers qui déterminent des troubles organiques graves, tels que les embolies, les tubercules.

Cette explication rendait compte de quelques péripéties

de la lutte ; mais les grands traits, les grands mouvements de la bataille restaient toujours des énigmes.

Les anciens partisans de la nature chimique des virus et des miasmes présentèrent une autre explication. Après les belles recherches de Gaspard, Panum, Hiller, Selmi, sur les poisons de la putréfaction, on avait appris à connaître les leucomaïnes, les ptomaïnes, poisons de nature alcaloïdique, résultant de la transformation des matières albuminoïdes en putréfaction. On se dit que les matières en voie de décomposition constituaient des poisons suffisants pour expliquer tous les symptômes des infections ; quant aux microbes qu'on trouvait dans les matières putrides, ils n'étaient que des satellites inconstants et inoffensifs des poisons chimiques. Les vitalistes avec Pasteur prétendaient, au contraire, que les microbes sont précisément les seuls agents de la putréfaction et des maladies infectieuses ; de même que les matières inanimées ne s'altèrent pas et ne fermentent pas sans l'intervention de microbes, de même, suivant ceux-ci, leur intervention est indispensable pour la production de la maladie. Ils attribuaient bien un certain rôle aux substances chimiques, mais ce rôle était secondaire et relégué au second plan.

Ils devaient pourtant reconnaître dans le sang charbonneux la présence d'une matière provoquant l'agglutination des globules rouges. Toussaint et Chauveau, en étudiant aussi la bactérie charbonneuse, furent amenés pour l'explication de la fièvre et de la vaccination à invoquer l'existence de produits solubles ; ils prétendirent même les avoir isolés, et avoir conféré aux animaux l'immunité contre le charbon en leur injectant le poison seul. Cette vaccination chimique fut vivement combattue par Pasteur, qui croyait y voir la ruine de sa doctrine vitaliste ; pour lui, la vaccination restait le fait de la vie des bactéries.

Trois maladies bactériologiquement et cliniquement connues échappaient à l'interprétation de Pasteur : la diphtérie, le tétanos, le choléra. Löffler, en découvrant

le bacille de la diphtérie, démontra que celui-ci restait toujours localisé, chez l'homme, sur les endroits malades, sur les muqueuses, et que même, chez les animaux, il ne quittait jamais l'endroit de l'inoculation pour gagner les organes internes. Koch démontra de même que le bacille-virgule du choléra ne quitte jamais le canal intestinal, et pourtant il produit tous les symptômes d'un empoisonnement grave. Nicolaïer trouva le bacille du tétanos uniquement à l'endroit de l'inoculation ; l'intoxication qu'il produit est pourtant terrible. Force fut donc bien de chercher ailleurs, en dehors des idées reçues, une explication des graves symptômes cliniques de ces affections.

Bientôt Roux et Yersin, en filtrant des cultures du bacille diphtérique, parvinrent à en extraire une substance excessivement toxique qui, injectée aux animaux, reproduisait tous les symptômes et les accidents de la maladie. Elle était si active qu'un milligramme pouvait provoquer la mort. On fit de même pour le tétanos ; celui-ci était encore plus terrible, il sécrétait une substance dont un millième de milligramme pouvait produire des accidents mortels.

Ces découvertes provoquèrent dans le monde entier des recherches multiples sur tous les microbes pathogènes ; de presque tous on isola des toxines ; on découvrit que les plus inoffensifs en apparence sécrètent des poisons violents. Cette étude fut conduite par Brieger en Allemagne et par Gautier en France, concurremment avec l'étude des venins animaux, et l'on aboutit à cette conclusion que les albumines du sang peuvent se transformer par des modifications chimiques jusqu'ici complètement inconnues, en des poisons d'une violence extraordinaire. On les appela des leucomaïnes, des ptomaïnes ; elles étaient de nature alcaloïdique, c'est-à-dire à fonctions basiques bien définies, aptes à former avec les acides des sels cristallisables. Brieger, qui a publié sur ce sujet une foule de travaux, croyait avoir isolé des cultures microbiennes ou du corps

des animaux malades des alcaloïdes capables de reproduire les symptômes de la maladie ; c'est ainsi qu'il prépara la typhotoxine, la tétanotoxine, etc.

Mais bientôt plusieurs auteurs, Salkowski, Bossi, Sydney, Martin, démontrèrent que la méthode d'extraction de Brieger était trop brutale pour des substances aussi instables ; que les produits obtenus par cette méthode, quoique possédant une certaine spécificité, n'étaient que le résultat de l'action des réactifs sur elles ; que ces substances ne préexistaient pas comme telles dans les cultures microbiennes.

Les ptomaïnes isolées par Brieger et Gautier sont bien définies, chimiquement parlant ; elles ont des caractères spécifiques, mais on devait en découvrir d'autres plus importantes. En faisant, le 19 janvier 1886, une communication à l'Académie française sur les ptomaïnes et les leucomaïnes, Gautier disait : « Ce mémoire est consacré surtout à l'étude des alcaloïdes animaux. Mais, chemin faisant, nous nous sommes convaincus que, quelque actifs que soient ces poisons sur l'économie, il existe à côté d'eux des principes azotés non alcaloïdiques qui les accompagnent toujours et qui sont doués d'une activité bien autrement grande encore. Ces substances, plus importantes en quantité que les ptomaïnes et les leucomaïnes, oxydables et azotées comme elles, méritent qu'on les étudie de près. Leur jour viendra, et j'ai la conviction que leur étude sera l'une des plus fécondes qui soient réservées à la médecine de l'avenir. » Ainsi donc, plusieurs années avant les travaux de Roux et Yersin, le savant chimiste français avait déjà découvert et signalé ces poisons si violents ; il avouait ne pas avoir pénétré leur nature, mais déjà il entrevoyait dès lors l'importance thérapeutique qu'elles ont acquise aujourd'hui.

Les toxines microbiennes se distinguent des ptomaïnes par des caractères surtout négatifs : elles ne sont pas douées de propriétés alcaloïdiques franches, et ne sont pas

constituées par des principes uniques et définis. Outre leur activité complexe plus grande, elles précipitent par l'alcool et perdent rapidement leur pouvoir toxique sous l'action de la chaleur et de la lumière. On les a rapprochées des albumines, et on les appelle toxalbumines.

Duclaux et les élèves de Pasteur en font des ferments solubles, des diastases, en s'appuyant sur une foule de bonnes raisons. Gautier, qui annonce des recherches sur ce sujet, croit qu'il existe un lien de parenté entre tous ces corps, diastases, toxines, albumines, ptomaïnes, qui ne seraient que les anneaux d'une même chaîne, et qu'on pourra les réaliser par des hydratations successives. Il n'existe entre elles aucune démarcation absolue, et l'on passe insensiblement de l'une à l'autre.

Quoi qu'il en soit, tous les noms dont on les couvre ne servent pas à éclaircir la question. Ce sont, comme le dit Duclaux, « des êtres impersonnels dénués de substance, qui ont des noms sans être des choses, et qui répandent autour d'eux un vague parfum de métaphysique ». Ils peuvent tout au plus masquer la grandeur de notre ignorance et nous donner l'illusion d'une science.

On a émis à leur sujet plusieurs hypothèses qui méritent d'être mentionnées. Les nucléo-albumines ne devraient en réalité leur puissance qu'à des matières encore inconnues, d'une toxicité extrême, dont elles ne contiendraient que des traces ; elles ne seraient que la gangue, le véhicule d'une quantité infinitésimale de la vraie substance active. En précipitant les albuminoïdes des bouillons de culture par les sels neutres, l'alcool, on entraînerait avec elles les vrais poisons qu'on ne serait pas encore parvenu à dégager. A ce compte, ce principe actif serait doué de propriétés toxiques pour ainsi dire infinies. On a même soutenu que cette virulence n'était pas due à des matières spécifiques, mais à une sorte de vibration, à un ébranlement imprimé par le microbe aux molécules, comme le rayon de lumière ou le flux calorifique donnent à cette

molécule l'éclat lumineux ou la propriété de transmettre la chaleur. Avec un peu plus d'imagination, on se représenterait les microbes jonglant au moyen de leurs cils avec les molécules albuminoïdes.

De fait, l'énorme puissance toxique des substances albuminoïdes a de quoi surprendre. Voici, à titre de curiosité, quelles sont les doses mortelles des toxines rapportées au kilogramme d'animal :

| | |
|---|---|
| Venin de cobra di capello . . . . . | $0^{gr}$ 000079 |
| » de vipère ordinaire . . . . . | $0^{gr}$ 0021 |
| » de serpent tigré d'Australie . . | $0^{gr}$ 0049 |
| Globuline du Jequirity . . . . . | $0^{gr}$ 01 |

Les poisons microbiens sont tout aussi violents :

| | |
|---|---|
| Toxine du tétanos . . . . . | $0^{gr}$ 000001 |
| » de la diphtérie . . . . . | $0^{gr}$ 001 |

D'autres exemples, présentés d'une autre manière, seront peut-être encore plus saisissants :

Un quart de centimètre cube de culture renfermant la malléine, substance sécrétée par le microbe de la morve, contiendrait 0.0025 grammes de substance active. Ce quart de centimètre cube, injecté à un cheval possédant la maladie à l'état latent, suffit pour provoquer chez lui une fièvre intense. Deux milligrammes et demi de malléine agissent donc activement sur un cheval de 500 kilog., c'est-à-dire sur 200 millions de fois leur poids d'animal vivant. Un cheval sain, recevant un dix-millionième de malléine, éprouve une forte réaction fébrile.

D'après Vaillard, un milligramme de la toxine du tétanos tue 500 000 grammes de cheval, c'est-à-dire qu'il est mortel pour 500 millions de fois son poids de matière vivante.

Les savants belges ne sont pas restés en arrière dans cette étude des toxines. Denys et Brion découvrirent dans les cultures du *Bacillus coli communis* un principe toxique qui, injecté à la dose d'un centimètre cube dans le péritoine, produit des accidents mortels en vingt-quatre

heures. Le poison exerce une action énergique sur les centres nerveux, et, après un stade d'excitation très court, produit la paralysie de l'axe cérébro-spinal, accompagnée ou non de mouvements tétaniques. Contrairement aux autres toxines, qui sont très sensibles aux agents physiques, la chaleur, la lumière, l'oxygène, le poison du bacille de l'intestin est très stable. Alors que, suivant Roux et Yersin, le poison diphtéritique est déjà affaibli à 60° et disparaît à 100°, que le poison tétanique est détruit par une insolation même de peu de durée, la toxine du bacille commun supporte, sans affaiblissement, des températures de 100° pendant 15 et 20 minutes; pour obtenir les mêmes résultats quand il a été chauffé de 3 à 6 heures, il suffit de quadrupler la dose; les sucs gastrique, pancréatique, la lumière, l'oxygène sont sans effet marqué sur lui.

La plupart des venins et des toxines, introduits dans le tube digestif, sont presque inoffensifs pour l'organisme : ils sont détruits par les liquides digestifs; mais tel n'est pas le cas pour le bacille commun. Et pourtant il vit dans notre intestin, il y pullule, sans que nous en soyons le moins du monde incommodés. Comment ne sommes-nous pas sans cesse intoxiqués par ce poison? Denys s'en étonna avec raison; il étudia de plus près l'absorption de la toxine-poison par le tube digestif, avec Van den Berghe dans le choléra nostras, en collaboration avec le Dr Sluyts dans le choléra asiatique, et voici à quelles conclusions remarquables il arriva :

La muqueuse intestinale saine se refuse complètement à l'absorption, et supporte très bien le contact de doses de poison qui, injectées dans le sang, provoquent une mort presque instantanée accompagnée de symptômes gastro-intestinaux intenses. Ce fait bouleversait complètement la notion microbienne qu'on avait du choléra. Autrefois on se représentait d'une manière très simple l'explosion de la maladie : le sujet avalait le microbe;

celui-ci, une fois dans l'intestin, s'y reproduisait facilement, et sécrétait la toxine qui passait dans le sang avec le chyle. On avait bien montré, il est vrai, que le vibrion asiatique peut traverser le tube digestif sans donner lieu à l'explosion de la maladie ; on avait avalé impunément et sans troubles apparents des bacilles-virgules vivants. Maintenant qu'il était démontré que le poison, comme tous les autres venins, doit arriver dans le sang et attaquer la muqueuse *a tergo* pour produire la maladie, comment se figurer la genèse de la maladie ? Denys croit que le poison passe dans la circulation non par la muqueuse, qui est réfractaire, mais par les glandes annexes du tube digestif, le foie et le pancréas. Le lieu de pénétration serait le canal excréteur de ces glandes ; c'est par là que les bacilles gagneraient la glande elle-même, où ils pourraient pulluler facilement. Le poison, entraîné dans toute la circulation, attaquerait la muqueuse par derrière, et déterminerait une desquammation abondante de l'intestin. Les portes larges ouvertes alors livreraient passage au poison accumulé dans l'intestin, et, le bacille aidant, l'intoxication rapide s'ensuivrait.

Dans toutes les intoxications microbiennes venant du tube digestif, il faut donc distinguer deux actes bien distincts : le premier se joue dans un organe laissant filtrer le poison, le second dans l'intestin. Toujours la toxicité des poisons vis-à-vis de l'organisme dépend de leur pénétration dans le sang.

Nous avons fait une connaissance rapide et superficielle des attaquants, nous avons vu quels étaient leurs moyens d'action et de quelle puissance formidable ils disposent ; voyons maintenant quels sont nos défenseurs.

2. *La défense.* — Comment, dans l'immunité naturelle, nous défendons-nous contre l'invasion des microbes ? Comment leur résistons-nous avec succès dans les mala-

dies qui guérissent? Comment parviennent-ils à nous vaincre dans les maladies dont l'issue est fatale?

Avant de répondre à ces questions, passons d'abord une revue de nos troupes. Nous sommes protégés contre nos ennemis par une cuirasse épithéliale qu'ils s'efforcent constamment de traverser. La peau, les muqueuses de nos organes internes, sont littéralement couvertes de nos ennemis; dans les conditions ordinaires de santé, elles suffisent à nous protéger contre leurs entreprises. Mais elles sont fragiles; elles peuvent se détériorer et leur ouvrir les portes.

Nous possédons heureusement des défenseurs, et, une fois dans la place, les envahisseurs doivent encore compter avec nos moyens puissants de protection.

Le sang, on le sait, est un liquide qui charrie des substances solides, des cellules vivantes spéciales. Les unes, les globules rouges, ayant pour fonction de porter l'oxygène à nos tissus, donnent au sang sa coloration ; ils sont dépourvus de mouvements propres. Les autres, les globules blancs, sont doués de mouvements propres, lents, amiboïdes, et ont pour mission principale non seulement de nous débarrasser des substances employées par nos cellules et rejetées par elles dans le torrent circulatoire, mais aussi de nous défendre contre l'invasion des microbes. Ces éléments figurés nagent dans un liquide albumineux qui, une fois hors du corps, se coagule en partie, formant ce qu'on appelle le caillot, et laissant comme résidu un liquide d'un jaune clair : c'est le sérum.

Chose remarquable : le sang qui, chimiquement, constitue un aliment de premier choix pour les microbes, leur résiste, les tue dans l'organisme vivant; il conserve même ce pouvoir quelque temps après sa sortie du corps.

A l'intérieur du corps, le sang est un milieu inhospitalier pour les microbes; le fait a été démontré expérimentalement. Si on injecte dans les veines d'un animal une certaine quantité d'une culture microbienne, et

qu'ensuite on fasse à cet animal des prises successives de sang à des intervalles rapprochés, on remarque que les microbes diminuent rapidement en nombre, et qu'au bout d'un certain temps, pas très long, ils ont complètement disparu du courant circulatoire. Le sang se débarrasse donc des microbes comme de tous les corps étrangers qu'on y introduit. Les microbes ou bien s'arrêtent dans les tissus, pour se développer aux endroits où ils se sont fixés, ou bien ils sont dévorés par les globules blancs du sang.

Le fait constaté, on rechercha par quel mécanisme les microbes disparaissent si vite de la circulation. On reconnut que le sang est un milieu nuisible aux microbes, parce qu'il peut les détruire, entraver leur développement, modifier leur forme, empêcher leurs fonctions et neutraliser leurs poisons.

Ces observations conduisirent fatalement à la théorie humorale de l'immunité, qui attribue aux humeurs un pouvoir bactéricide.

Golnman et Fodor constatèrent les premiers qu'en dehors du corps le sang défibriné fait périr une partie des microbes qu'on y introduit. Flügge et ses élèves Nuttal, Nissen, Behring, Büchner poursuivirent ces recherches; par la méthode expérimentale des cultures sur plaques, ils démontrèrent qu'une partie des bactéries mises en contact avec le sang normal d'un animal périssent rapidement; une autre partie survit et ne tarde pas à pulluler; cette action existe aussi bien chez l'homme que chez les animaux.

Ce pouvoir bactéricide, admis d'abord généralement, trouva dans Metschnikoff et dans ses élèves de l'Institut Pasteur des adversaires acharnés. Metschnikoff prétendit que si un microbe pathogène envahit l'organisme résistant, il est englobé et détruit par les globules blancs sans qu'il ait subi aucune dégradation : telle est la théorie de la phagocytose. Il s'efforça de montrer que les globules

blancs détruisent les microbes encore virulents et bien vivants. Tous les travaux sortis de l'Institut Pasteur tendent à prouver cette thèse.

Les bactériologistes allemands étaient loin d'admettre sans restriction cette théorie. Certes, disaient-ils, la phagocytose existe, mais elle n'a pas l'importance qu'on veut lui donner, et c'est exagérer beaucoup que de lui accorder le rôle principal dans la cause de l'immunité.

Nuttal reconnaît, comme Metschnikoff, des microbes dégénérés à l'intérieur des globules blancs, mais il en voit aussi en dehors des phagocytes, dans le sérum, en pleine liberté dans les humeurs ; donc si l'on admet une propriété phagocytaire aux leucocytes, il faut aussi reconnaître une propriété bactéricide au sérum.

D'ailleurs Charrin et Roger montrèrent que, pour le bacille pyocyanique, le sérum des animaux vaccinés est plus microbicide que celui des animaux de la même espèce non vaccinés. C'était un argument de haute valeur ; aussi, malgré Lubarsch prétendant que le pouvoir bactéricide est plus grand *in vitro* que dans le corps de l'animal, Nissen en Allemagne et Bastin à Louvain reprirent les expériences, en se mettant à couvert contre toutes les causes d'erreur reprochées aux humoristes.

Ceux-ci injectaient dans les veines une quantité connue de microbes, puis retirant à des intervalles déterminés une quantité donnée de sang, ils l'ensemençaient sur des plaques, et procédaient à des numérations. Mais nous savons que le sang se débarrasse rapidement des corps étrangers ; bon nombre de microbes restent en route dans les organes parenchymateux, comme le foie, la rate, les reins, où ils peuvent devenir des foyers d'infection. De ce qu'ils n'étaient plus dans le sang, on ne pouvait conclure qu'ils étaient morts.

Lubarsch, de son côté, constate qu'une goutte de sang tue plusieurs millions de bactéries charbonneuses ; il injecte dans le sang en circulation un nombre de microbes de

beaucoup inférieur, et pourtant il voit mourir ses animaux; d'où il conclut que le sang en mouvement a un pouvoir bactéricide moindre que *in vitro*.

Cette conclusion est outrée : les microbes arrêtés dans certains organes, à l'abri de l'action du sang, ont pu s'y développer impunément et infecter tout l'animal.

Nissen procéda d'une autre manière : au lieu d'ensemencer des microbes dans du sang normal extrait du corps de l'animal, il injecta des microbes d'abord dans les animaux eux-mêmes, puis saigna ceux-ci et étudia le pouvoir bactéricide du sang extrait après un contact plus ou moins prolongé avec les microbes dans l'intérieur du corps. Il constata, fait capital, qu'à dose considérable les injections d'émulsion microbienne abolissent complètement le pouvoir bactéricide du sang. Pourtant il conclut, avec hésitation toutefois, à l'existence de l'action bactéricide dans le sang en circulation.

Bastin reprit ces expériences ; il injecta des émulsions microbiennes à doses croissantes, et vit le pouvoir bactéricide diminuer d'abord, puis disparaître. Il se demanda ensuite à quelle cause il fallait attribuer cette abolition : aux microbes eux-mêmes, ou à l'action de leurs poisons. Nissen s'était déjà posé la même question en 1889 ; il filtrait des cultures du choléra, injectait le produit de la filtration dans les veines d'un lapin, recueillait du sang vingt minutes après l'injection et constatait que le sang était resté bactéricide ; mais, à cette époque, on croyait encore que les produits toxiques microbiens étaient constitués par des ptomaïnes, corps très solubles dans l'eau. On reconnut depuis que les poisons étaient des albumines toxiques insolubles, ne passant pas au travers du filtre. Nissen n'avait donc employé que des doses infinitésimales du poison.

Aussi Bastin, en stérilisant ses cultures par le chloroforme, l'éther, la chaleur, c'est-à-dire en ne modifiant pas la composition chimique des produits à injecter, arriva à des

dans des milieux nutritifs de composition et de densité différentes périssent en grand nombre ; quelques-unes plus robustes survivent et sont le point de départ d'un nouveau développement. Elles s'adaptent donc au nouveau milieu et donnent naissance à des générations aptes à vivre dans ces humeurs prétendument bactéricides.

La destruction est d'ailleurs proportionnelle au nombre de microbes ensemencés ; d'où l'on pourrait conclure que la cause siége non dans le sang, mais dans les microbes.

Le pouvoir bactéricide n'est pas en corrélation avec la résistance de l'animal : ainsi le lapin possède un sang qui pour le charbon est au moins aussi bactéricide que celui du chien, et néanmoins sa réceptivité est beaucoup plus grande.

Les réponses ne se firent pas attendre. Büchner fit remarquer, avec beaucoup de raison, que cette interprétation ne pouvait se concilier avec le fait qu'une température de 55 à 60 degrés fait perdre au sang tout pouvoir bactéricide ; de plus il démontra que les changements de milieu étaient loin d'avoir autant d'influence qu'on voulait bien le dire.

Denys, avec un de ses élèves, A. Kaisin, reprit une à une toutes les objections ; se mettant à l'abri de toute cause d'erreur, et en suivant une technique irréprochable, il confirma tout d'abord les résultats de Büchner, Nissen, Bastin, en étudiant le bacille commun de l'intestin et du charbon.

La plupart de leurs devanciers s'étaient servis du bacille charbonneux comme objet d'étude. Le choix était mauvais, car c'est peut-être le parasite par excellence du sang : il y pullule avec une facilité étonnante ; il était donc préférable de s'adresser à une espèce microbienne qui ne possédât pas cette aptitude tout en ayant des propriétés pathogènes indubitables.

Denys démontra que quel que fût l'âge de la culture, quel que fût le milieu d'où l'on prenait le microbe, du

bouillon, de la gélatine, du sang, il existait un pouvoir bactéricide évident.

La destruction, loin d'être proportionnelle au nombre de microbes ensemencés, diminuait de plus en plus à mesure qu'on ajoutait des microbes; toute proportion gardée, plus on en ajoutait, moins il en mourait.

Cette observation est certainement la démonstration la plus évidente qu'on ait faite du pouvoir bactéricide.

Mais il y a répullulation dans le sang *in vitro*. Denys montra d'abord que ce fait n'est pas constant : le pouvoir bactéricide peut tuer tous les microbes. La répullulation s'explique très bien d'un côté par le vieillissement du sang, de l'autre par son altération due aux produits microbiens. Car si l'on met autant que possible le sang dans les conditions normales du corps, si l'on remédie aux causes d'affaiblissement par des additions successives de sang frais, le pouvoir se maintient indéfiniment. C'est pourquoi, dans l'immunité naturelle, quand le sang et la lymphe sont en mouvement continuel, quand ils se renouvellent sans cesse sur le foyer de l'infection, les conditions de lutte sont de beaucoup plus avantageuses pour l'organisme, et l'anéantissement des envahisseurs est complet.

Reprenant les recherches de Bastin, Denys les confirma d'abord pleinement, et montra en plus qu'on peut abolir le pouvoir microbicide à l'intérieur du corps même en n'injectant que des produits dissous, sans le concours de microbes vivants ou de leurs cadavres. Reprenant aussi l'étude de l'infection charbonneuse, et serrant le processus de plus près, il montra que, dans les premiers temps de l'infection, le pouvoir des lapins atteints d'affection locale est exalté d'une manière très marquée. C'est, à notre avis, un grand point acquis, car il démontre que des animaux presque fatalement voués à la mort sont encore capables d'une réaction sérieuse, et que pour apprécier le pouvoir bactéricide du sang d'un animal, il faut l'étudier non pas en pleine santé, mais pendant l'infection.

Bastin et Denys ont donc trouvé chez le lapin, chez le chien et chez l'homme un accroissement notable du pouvoir bactéricide dans les infections locales et au commencement d'infections générales.

Deux notions importantes ressortent des travaux de ces savants belges : l'action antagoniste entre la substance bactéricide et le poison microbien, et la réaction de l'organisme pendant l'infection, même quand celle-ci est fatalement mortelle.

Le pouvoir bactéricide existe donc ; mais la phagocytose existe aussi, et Denys, dans ses conclusions, disait : « Nous sommes partisans d'une action énergique des humeurs dans l'organisme. Est-ce à dire que nous rejetons complètement le procédé de la phagocytose ? Nullement, mais nous croyons que son rôle a besoin d'être défini. »

Les partisans de la phagocytose apportèrent néanmoins de nouveaux arguments.

Dans les maladies qui guérissent, dirent-ils, il se fait dans la région envahie une diapèdèse (1) énergique ; les leucocytes s'y trouvent bourrés de microbes ou de leurs débris. Dans les infections mortelles, au contraire, les leucocytes restent éloignés de la scène ; l'englobement des microbes n'a pas lieu ; ce qui signifie que, quand les leucocytes sont à même de s'emparer des organismes envahisseurs, l'infection est arrêtée, et, au contraire, quand ils restent éloignés du théâtre de la lutte, les aggresseurs peuvent se développer à l'aise et tuer leur hôte.

A cela les humoristes répondaient : Nous convenons volontiers que l'apparition des leucocytes dans la région envahie et l'englobement des microbes sont des faits incontestables dans le cas où le microbe est vaincu ; mais

(1) On entend par *diapédèse* une émigration des globules blancs au travers des parois vasculaires ; ces globules passent entre les cellules et sont attirés par les produits microbiens vers les foyers infectieux.

ce sont là des faits secondaires : les leucocytes n'arrivent sur les lieux que pour emporter les cadavres et enterrer les bactéries détruites par l'action microbicide des humeurs. Votre raisonnement est illogique : vous dites : « *Cum hoc, ergo propter hoc.* »

Metchnikoff et ses élèves essayèrent de répondre à cette objection en prouvant que les leucocytes absorbent des microbes vivants, puisque ceux-ci sont encore doués de mouvements à l'intérieur des globules.

Mais cet argument tournait à leur désavantage. En effet, ces mouvements des microbes à l'intérieur des leucocytes sont lents ou vifs. S'ils sont lents, il est impossible de les distinguer de ceux du protoplasme. S'ils sont vifs, ils indiquent que le leucocyte est mort ou malade et qu'il n'oppose plus aucune résistance au microbe.

Un autre argument était encore invoqué.

Quand on retire du corps vivant des leucocytes qui contiennent des microbes et qu'on les met dans des circonstances favorables au développement de ces derniers, ceux-ci pullulent rapidement, et remplissent le globule blanc au point de le faire crever. D'où les humoristes concluaient : Vous prouvez que les globules blancs renferment des microbes vivants, mais prouvez qu'il les tue : c'est le contraire qui a lieu, c'est le leucocyte qui est le vaincu.

On avait donc donné une foule de raisons plus ou moins bonnes, mais des preuves péremptoires étaient encore à trouver.

Le rôle des leucocytes demandait à être étudié de plus près. Des recherches très intéressantes de M^lle^ Everard, MM. Demoor et Massart, de l'Université de Bruxelles, dans les laboratoires de l'Institut Pasteur, avaient fait connaître les résultats de l'injection des cultures microbiennes mortes ou vivantes sur les globules blancs du sang, et l'on savait que :

1° L'injection de cultures microbiennes vivantes ou

mortes détermine en premier lieu l'abaissement du nombre des leucocytes circulants et surtout des leucocytes à noyau compact polymorphe et à protoplasma granuleux (Hypoleucocytose).

2° Si l'animal résiste à l'infection, la période d'hypoleucocytose est suivie d'une phase pendant laquelle les leucocytes, principalement ceux à noyaux polymorphes, sont très abondants ; puis le sang reprend ses caractères normaux (Hyperleucocytose).

3° Cette phase d'hyperleucocytose fait défaut chez les individus qui succombent à l'infection : tantôt elle manque complètement, si la mort survient rapidement ; tantôt elle est remplacée par une série d'oscillations, quand la maladie infectieuse se prolonge plus longtemps.

Ces résultats rapprochés de ceux de Bastin appelaient de nouvelles recherches.

Denys et Havet, en étudiant sur plusieurs espèces microbiennes l'action du sang complet, c'est-à-dire contenant des globules blancs, et celle du sang filtré, c'est-à-dire débarrassé de ces globules, arrivèrent aux conclusions suivantes :

Le sang de chien complet, c'est-à-dire composé de son sérum, de ses globules rouges et de ses globules blancs, possède un pouvoir bactéricide considérable. Par contre, le sérum obtenu par dépôt après défibrination, ou par expression du caillot après coagulation, ne possède qu'un pouvoir faible.

Si, d'autre part, on filtre le sang complet, tel que nous venons de le définir, à travers du papier buvard, celui-ci laisse passer le sérum, les globules rouges et les leucocytes à noyau rond, mais il retient tous les leucocytes à noyau polymorphe, c'est-à-dire ceux qui sont doués de mouvements amiboïdes. Le sang ainsi filtré a perdu presque tout son pouvoir bactéricide. Comme il ne diffère du sang primitif que par l'absence de certains leucocytes,

on doit considérer ces derniers comme les agents principaux de l'influence microbicide chez le chien.

La contre-expérience était facile : si on ajoutait des globules blancs à du sang filtré, celui-ci retrouvait aussitôt son pouvoir bactéricide en proportion de la quantité ajoutée ; et, après 15 à 20 minutes, on voyait les globules blancs englober les microbes, les détruire et les faire passer par tous les stades de la dégénérescence.

Mais cette prépondérance de l'action des globules blancs chez le chien était loin d'être aussi si marquée chez l'homme, la poule et le pigeon. Chez ces derniers, le sang filtré, le sérum seul sont presque aussi bactéricides pour le bacille commun que le sang non filtré.

En résumé, ni la théorie phagocytaire, ni la théorie des humeurs, prises séparément, ne peuvent expliquer l'immunité. Les phagocytes et les humeurs concourent ensemble, dans une mesure variable d'après les espèces, et aussi, sans doute, d'après la nature de l'agresseur, à préserver les organismes supérieurs contre l'envahissement des microbes.

La *nature de l'agresseur* était aussi un facteur important dont il fallait tenir compte. On avait, en effet, remarqué qu'outre certaines formes très infectieuses et nettement spécifiques, d'autres, qu'on croyait inoffensives, pouvaient dans diverses circonstances devenir pathogènes.

Léopold Laruelle, le premier, avait montré que le *Bacillus coli communis* pouvait provoquer, à lui seul, des péritonites mortelles ; plusieurs autopsies avaient fait reconnaître que la mort par péritonite pouvait être réellement le fait de ce microbe. Expérimentant sur des animaux, il provoqua des péritonites par perforation intestinale, en injectant dans le péritoine des cultures microbiennes en même temps que des liquides irritants comme la bile, les matières fécales.

Peu de temps après, Morelle Aimé, en étudiant les

cystites, démontra que le *Bacillus pyogenes* d'Albarran et Vallé, reconnu comme étant le plus souvent la cause des cystites, n'était autre que le *Bacillus lactis acrogenes*.

Ces deux beaux travaux du laboratoire de Louvain en ont suscité une foule d'autres en Allemagne et en France, qui n'ont fait que confirmer la thèse générale soutenue par les deux élèves de Denys. Celui-ci, en collaboration avec le Dr Isidore Martin, prouva bientôt que le *Bacillus lactis acrogenes* n'était autre que le *Bacillus coli communis*. Les caractères différentiels établis par une foule de chercheurs de la première heure disparaissaient complètement devant une étude approfondie de la fréquente variabilité de ces organismes sur les milieux de culture; on devait donc élargir beaucoup le champ d'action du *Bacillus coli communis*, et lui reconnaître un rôle très considérable dans la pathogénie et surtout dans les complications terminales des maladies.

En outre, on avait été frappé en clinique de l'énorme variété d'action d'un même organisme d'espèce bien établie. Certaines infections produites soit par le *Staphylococcus pyogenes*, soit surtout par le *Streptococcus*, étaient d'une violence telle que la mort survenait rapidement, tandis que dans d'autres cas ces mêmes microbes ne parvenaient qu'à produire tout au plus une petite infection locale.

Différence de milieu d'action sans doute ! Mais ces mêmes espèces, recueillies dans les autopsies et injectées à des animaux, produisaient la mort avec une rapidité toute différente, quoique, morphologiquement parlant, ni sur les cultures, ni à l'examen microscopique on ne pût établir de différence appréciable.

Quelques bactériologistes allemands pourtant, se basant surtout sur la différence d'action et sur quelques caractères superficiels des cultures, avaient créé des variétés nombreuses de streptocoques.

Le Dr H. De Marbaix se mit à recueillir des streptocoques dans un grand nombre d'affections ; après avoir constaté

blancs détruisent les microbes encore virulents et bien vivants. Tous les travaux sortis de l'Institut Pasteur tendent à prouver cette thèse.

Les bactériologistes allemands étaient loin d'admettre sans restriction cette théorie. Certes, disaient-ils, la phagocytose existe, mais elle n'a pas l'importance qu'on veut lui donner, et c'est exagérer beaucoup que de lui accorder le rôle principal dans la cause de l'immunité.

Nuttal reconnaît, comme Metschnikoff, des microbes dégénérés à l'intérieur des globules blancs, mais il en voit aussi en dehors des phagocytes, dans le sérum, en pleine liberté dans les humeurs ; donc si l'on admet une propriété phagocytaire aux leucocytes, il faut aussi reconnaître une propriété bactéricide au sérum.

D'ailleurs Charrin et Roger montrèrent que, pour le bacille pyocyanique, le sérum des animaux vaccinés est plus microbicide que celui des animaux de la même espèce non vaccinés. C'était un argument de haute valeur ; aussi, malgré Lubarsch prétendant que le pouvoir bactéricide est plus grand *in vitro* que dans le corps de l'animal, Nissen en Allemagne et Bastin à Louvain reprirent les expériences, en se mettant à couvert contre toutes les causes d'erreur reprochées aux humoristes.

Ceux-ci injectaient dans les veines une quantité connue de microbes, puis retirant à des intervalles déterminés une quantité donnée de sang, ils l'ensemençaient sur des plaques, et procédaient à des numérations. Mais nous savons que le sang se débarrasse rapidement des corps étrangers ; bon nombre de microbes restent en route dans les organes parenchymateux, comme le foie, la rate, les reins, où ils peuvent devenir des foyers d'infection. De ce qu'ils n'étaient plus dans le sang, on ne pouvait conclure qu'ils étaient morts.

Lubarsch, de son côté, constate qu'une goutte de sang tue plusieurs millions de bactéries charbonneuses ; il injecte dans le sang en circulation un nombre de microbes de

beaucoup inférieur, et pourtant il voit mourir ses animaux; d'où il conclut que le sang en mouvement a un pouvoir bactéricide moindre que *in vitro*.

Cette conclusion est outrée : les microbes arrêtés dans certains organes, à l'abri de l'action du sang, ont pu s'y développer impunément et infecter tout l'animal.

Nissen procéda d'une autre manière : au lieu d'ensemencer des microbes dans du sang normal extrait du corps de l'animal, il injecta des microbes d'abord dans les animaux eux-mêmes, puis saigna ceux-ci et étudia le pouvoir bactéricide du sang extrait après un contact plus ou moins prolongé avec les microbes dans l'intérieur du corps. Il constata, fait capital, qu'à dose considérable les injections d'émulsion microbienne abolissent complètement le pouvoir bactéricide du sang. Pourtant il conclut, avec hésitation toutefois, à l'existence de l'action bactéricide dans le sang en circulation.

Bastin reprit ces expériences ; il injecta des émulsions microbiennes à doses croissantes, et vit le pouvoir bactéricide diminuer d'abord, puis disparaître. Il se demanda ensuite à quelle cause il fallait attribuer cette abolition : aux microbes eux-mêmes, ou à l'action de leurs poisons. Nissen s'était déjà posé la même question en 1889 ; il filtrait des cultures du choléra, injectait le produit de la filtration dans les veines d'un lapin, recueillait du sang vingt minutes après l'injection et constatait que le sang était resté bactéricide ; mais, à cette époque, on croyait encore que les produits toxiques microbiens étaient constitués par des ptomaïnes, corps très solubles dans l'eau. On reconnut depuis que les poisons étaient des albumines toxiques insolubles, ne passant pas au travers du filtre. Nissen n'avait donc employé que des doses infinitésimales du poison.

Aussi Bastin, en stérilisant ses cultures par le chloroforme, l'éther, la chaleur, c'est-à-dire en ne modifiant pas la composition chimique des produits à injecter, arriva à des

résultats complètement différents et à des conclusions contradictoires à celles de Nissen, à savoir que l'injection de cultures stérilisées détruit le pouvoir bactéricide aussi bien que l'injection de cultures vivantes. En rapprochant le fait des expériences de Tizzoni et Cattani, qui faisaient perdre aux toxines du tétanos leur virulence en y ajoutant du sérum d'animal immunisé, Bastin concluait avec raison à une action neutralisante du pouvoir bactéricide par les toxines.

Entre autres faits intéressants mis en lumière par Bastin, il faut citer la diminution du pouvoir bactéricide proportionnelle à la dose injectée, et sa reproduction rapide quand l'infection ne se généralise pas ; de plus, qu'aboli pour une espèce de microbes, le pouvoir bactéricide peut l'être de même pour une autre. Ce fait important jetait un jour nouveau sur les associations microbiennes dans les maladies.

Provoquant des infections locales d'abord qui se généralisaient ensuite, il constata une corrélation évidente entre le degré de l'infection et la diminution du pouvoir bactéricide, et put même l'établir avec assez de précision pour affirmer que, quand l'infection devient générale, quand les microbes, de l'endroit restreint où ils ont été déposés, envahissent l'organisme et apparaissent dans le sang, le pouvoir bactéricide est aboli ou peu s'en faut.

Les partisans de la phagocytose étaient cependant loin d'être convaincus. Le père de la théorie, Metschnikoff, résuma en un article paru dans la SEMAINE MÉDICALE tous les griefs et tous les arguments que l'école de Pasteur opposait au pouvoir bactéricide des humeurs.

L'influence bactéricide, disait-il, est de très courte durée ; elle ne s'observe que pendant une certaine période, après laquelle les microbes commencent de nouveau à croître et à pulluler.

On ne peut voir dans cette action qu'une adaptation aux milieux : on constate souvent que des bactéries transportées

dans des milieux nutritifs de composition et de densité différentes périssent en grand nombre ; quelques-unes plus robustes survivent et sont le point de départ d'un nouveau développement. Elles s'adaptent donc au nouveau milieu et donnent naissance à des générations aptes à vivre dans ces humeurs prétendument bactéricides.

La destruction est d'ailleurs proportionnelle au nombre de microbes ensemencés ; d'où l'on pourrait conclure que la cause siége non dans le sang, mais dans les microbes.

Le pouvoir bactéricide n'est pas en corrélation avec la résistance de l'animal : ainsi le lapin possède un sang qui pour le charbon est au moins aussi bactéricide que celui du chien, et néanmoins sa réceptivité est beaucoup plus grande.

Les réponses ne se firent pas attendre. Büchner fit remarquer, avec beaucoup de raison, que cette interprétation ne pouvait se concilier avec le fait qu'une température de 55 à 60 degrés fait perdre au sang tout pouvoir bactéricide ; de plus il démontra que les changements de milieu étaient loin d'avoir autant d'influence qu'on voulait bien le dire.

Denys, avec un de ses élèves, A. Kaisin, reprit une à une toutes les objections ; se mettant à l'abri de toute cause d'erreur, et en suivant une technique irréprochable, il confirma tout d'abord les résultats de Büchner, Nissen, Bastin, en étudiant le bacille commun de l'intestin et du charbon.

La plupart de leurs devanciers s'étaient servis du bacille charbonneux comme objet d'étude. Le choix était mauvais, car c'est peut-être le parasite par excellence du sang : il y pullule avec une facilité étonnante ; il était donc préférable de s'adresser à une espèce microbienne qui ne possédât pas cette aptitude tout en ayant des propriétés pathogènes indubitables.

Denys démontra que quel que fût l'âge de la culture, quel que fût le milieu d'où l'on prenait le microbe, du

bouillon, de la gélatine, du sang, il existait un pouvoir bactéricide évident.

La destruction, loin d'être proportionnelle au nombre de microbes ensemencés, diminuait de plus en plus à mesure qu'on ajoutait des microbes; toute proportion gardée, plus on en ajoutait, moins il en mourait.

Cette observation est certainement la démonstration la plus évidente qu'on ait faite du pouvoir bactéricide.

Mais il y a répullulation dans le sang *in vitro*. Denys montra d'abord que ce fait n'est pas constant : le pouvoir bactéricide peut tuer tous les microbes. La répullulation s'explique très bien d'un côté par le vieillissement du sang, de l'autre par son altération due aux produits microbiens. Car si l'on met autant que possible le sang dans les conditions normales du corps, si l'on remédie aux causes d'affaiblissement par des additions successives de sang frais, le pouvoir se maintient indéfiniment. C'est pourquoi, dans l'immunité naturelle, quand le sang et la lymphe sont en mouvement continuel, quand ils se renouvellent sans cesse sur le foyer de l'infection, les conditions de lutte sont de beaucoup plus avantageuses pour l'organisme, et l'anéantissement des envahisseurs est complet.

Reprenant les recherches de Bastin, Denys les confirma d'abord pleinement, et montra en plus qu'on peut abolir le pouvoir microbicide à l'intérieur du corps même en n'injectant que des produits dissous, sans le concours de microbes vivants ou de leurs cadavres. Reprenant aussi l'étude de l'infection charbonneuse, et serrant le processus de plus près, il montra que, dans les premiers temps de l'infection, le pouvoir des lapins atteints d'affection locale est exalté d'une manière très marquée. C'est, à notre avis, un grand point acquis, car il démontre que des animaux presque fatalement voués à la mort sont encore capables d'une réaction sérieuse, et que pour apprécier le pouvoir bactéricide du sang d'un animal, il faut l'étudier non pas en pleine santé, mais pendant l'infection.

Bastin et Denys ont donc trouvé chez le lapin, chez le chien et chez l'homme un accroissement notable du pouvoir bactéricide dans les infections locales et au commencement d'infections générales.

Deux notions importantes ressortent des travaux de ces savants belges : l'action antagoniste entre la substance bactéricide et le poison microbien, et la réaction de l'organisme pendant l'infection, même quand celle-ci est fatalement mortelle.

Le pouvoir bactéricide existe donc ; mais la phagocytose existe aussi, et Denys, dans ses conclusions, disait : « Nous sommes partisans d'une action énergique des humeurs dans l'organisme. Est-ce à dire que nous rejetons complètement le procédé de la phagocytose ? Nullement, mais nous croyons que son rôle a besoin d'être défini. »

Les partisans de la phagocytose apportèrent néanmoins de nouveaux arguments.

Dans les maladies qui guérissent, dirent-ils, il se fait dans la région envahie une diapèdèse (1) énergique ; les leucocytes s'y trouvent bourrés de microbes ou de leurs débris. Dans les infections mortelles, au contraire, les leucocytes restent éloignés de la scène ; l'englobement des microbes n'a pas lieu ; ce qui signifie que, quand les leucocytes sont à même de s'emparer des organismes envahisseurs, l'infection est arrêtée, et, au contraire, quand ils restent éloignés du théâtre de la lutte, les aggresseurs peuvent se développer à l'aise et tuer leur hôte.

A cela les humoristes répondaient : Nous convenons volontiers que l'apparition des leucocytes dans la région envahie et l'englobement des microbes sont des faits incontestables dans le cas où le microbe est vaincu ; mais

(1) On entend par *diapédèse* une émigration des globules blancs au travers des parois vasculaires ; ces globules passent entre les cellules et sont attirés par les produits microbiens vers les foyers infectieux.

ce sont là des faits secondaires ; les leucocytes n'arrivent sur les lieux que pour emporter les cadavres et enterrer les bactéries détruites par l'action microbicide des humeurs. Votre raisonnement est illogique ; vous dites : « *Cum hoc, ergo propter hoc.* »

Metchnikoff et ses élèves essayèrent de répondre à cette objection en prouvant que les leucocytes absorbent des microbes vivants, puisque ceux-ci sont encore doués de mouvements à l'intérieur des globules.

Mais cet argument tournait à leur désavantage. En effet, ces mouvements des microbes à l'intérieur des leucocytes sont lents ou vifs. S'ils sont lents, il est impossible de les distinguer de ceux du protoplasme. S'ils sont vifs, ils indiquent que le leucocyte est mort ou malade et qu'il n'oppose plus aucune résistance au microbe.

Un autre argument était encore invoqué.

Quand on retire du corps vivant des leucocytes qui contiennent des microbes et qu'on les met dans des circonstances favorables au développement de ces derniers, ceux-ci pullulent rapidement, et remplissent le globule blanc au point de le faire crever. D'où les humoristes concluaient : Vous prouvez que les globules blancs renferment des microbes vivants, mais prouvez qu'il les tue : c'est le contraire qui a lieu, c'est le leucocyte qui est le vaincu.

On avait donc donné une foule de raisons plus ou moins bonnes, mais des preuves péremptoires étaient encore à trouver.

Le rôle des leucocytes demandait à être étudié de plus près. Des recherches très intéressantes de M^lle^ Everard, MM. Demoor et Massart, de l'Université de Bruxelles, dans les laboratoires de l'Institut Pasteur, avaient fait connaître les résultats de l'injection des cultures microbiennes mortes ou vivantes sur les globules blancs du sang, et l'on savait que :

1° L'injection de cultures microbiennes vivantes ou

mortes détermine en premier lieu l'abaissement du nombre des leucocytes circulants et surtout des leucocytes à noyau compact polymorphe et à protoplasma granuleux (Hypoleucocytose).

2° Si l'animal résiste à l'infection, la période d'hypoleucocytose est suivie d'une phase pendant laquelle les leucocytes, principalement ceux à noyaux polymorphes, sont très abondants ; puis le sang reprend ses caractères normaux (Hyperleucocytose).

3° Cette phase d'hyperleucocytose fait défaut chez les individus qui succombent à l'infection : tantôt elle manque complètement, si la mort survient rapidement ; tantôt elle est remplacée par une série d'oscillations, quand la maladie infectieuse se prolonge plus longtemps.

Ces résultats rapprochés de ceux de Bastin appelaient de nouvelles recherches.

Denys et Havet, en étudiant sur plusieurs espèces microbiennes l'action du sang complet, c'est-à-dire contenant des globules blancs, et celle du sang filtré, c'est-à-dire débarrassé de ces globules, arrivèrent aux conclusions suivantes :

Le sang de chien complet, c'est-à-dire composé de son sérum, de ses globules rouges et de ses globules blancs, possède un pouvoir bactéricide considérable. Par contre, le sérum obtenu par dépôt après défibrination, ou par expression du caillot après coagulation, ne possède qu'un pouvoir faible.

Si, d'autre part, on filtre le sang complet, tel que nous venons de le définir, à travers du papier buvard, celui-ci laisse passer le sérum, les globules rouges et les leucocytes à noyau rond, mais il retient tous les leucocytes à noyau polymorphe, c'est-à-dire ceux qui sont doués de mouvements amiboïdes. Le sang ainsi filtré a perdu presque tout son pouvoir bactéricide. Comme il ne diffère du sang primitif que par l'absence de certains leucocytes,

on doit considérer ces derniers comme les agents principaux de l'influence microbicide chez le chien.

La contre-expérience était facile : si on ajoutait des globules blancs à du sang filtré, celui-ci retrouvait aussitôt son pouvoir bactéricide en proportion de la quantité ajoutée : et, après 15 à 20 minutes, on voyait les globules blancs englober les microbes, les détruire et les faire passer par tous les stades de la dégénérescence.

Mais cette prépondérance de l'action des globules blancs chez le chien était loin d'être aussi si marquée chez l'homme, la poule et le pigeon. Chez ces derniers, le sang filtré, le sérum seul sont presque aussi bactéricides pour le bacille commun que le sang non filtré.

En résumé, ni la théorie phagocytaire, ni la théorie des humeurs, prises séparément, ne peuvent expliquer l'immunité. Les phagocytes et les humeurs concourent ensemble, dans une mesure variable d'après les espèces, et aussi, sans doute, d'après la nature de l'agresseur, à préserver les organismes supérieurs contre l'envahissement des microbes.

La *nature de l'agresseur* était aussi un facteur important dont il fallait tenir compte. On avait, en effet, remarqué qu'outre certaines formes très infectieuses et nettement spécifiques, d'autres, qu'on croyait inoffensives, pouvaient dans diverses circonstances devenir pathogènes.

Léopold Laruelle, le premier, avait montré que le *Bacillus coli communis* pouvait provoquer, à lui seul, des péritonites mortelles ; plusieurs autopsies avaient fait reconnaître que la mort par péritonite pouvait être réellement le fait de ce microbe. Expérimentant sur des animaux, il provoqua des péritonites par perforation intestinale, en injectant dans le péritoine des cultures microbiennes en même temps que des liquides irritants comme la bile, les matières fécales.

Peu de temps après, Morelle Aimé, en étudiant les

cystites, démontra que le *Bacillus pyogenes* d'Albarran et Vallé, reconnu comme étant le plus souvent la cause des cystites, n'était autre que le *Bacillus lactis acrogenes*.

Ces deux beaux travaux du laboratoire de Louvain en ont suscité une foule d'autres en Allemagne et en France, qui n'ont fait que confirmer la thèse générale soutenue par les deux élèves de Denys. Celui-ci, en collaboration avec le Dr Isidore Martin, prouva bientôt que le *Bacillus lactis acrogenes* n'était autre que le *Bacillus coli communis*. Les caractères différentiels établis par une foule de chercheurs de la première heure disparaissaient complètement devant une étude approfondie de la fréquente variabilité de ces organismes sur les milieux de culture; on devait donc élargir beaucoup le champ d'action du *Bacillus coli communis*, et lui reconnaître un rôle très considérable dans la pathogénie et surtout dans les complications terminales des maladies.

En outre, on avait été frappé en clinique de l'énorme variété d'action d'un même organisme d'espèce bien établie. Certaines infections produites soit par le *Staphylococcus pyogenes*, soit surtout par le *Streptococcus*, étaient d'une violence telle que la mort survenait rapidement, tandis que dans d'autres cas ces mêmes microbes ne parvenaient qu'à produire tout au plus une petite infection locale.

Différence de milieu d'action sans doute ! Mais ces mêmes espèces, recueillies dans les autopsies et injectées à des animaux, produisaient la mort avec une rapidité toute différente, quoique, morphologiquement parlant, ni sur les cultures, ni à l'examen microscopique on ne pût établir de différence appréciable.

Quelques bactériologistes allemands pourtant, se basant surtout sur la différence d'action et sur quelques caractères superficiels des cultures, avaient créé des variétés nombreuses de streptocoques.

Le Dr H. De Marbaix se mit à recueillir des streptocoques dans un grand nombre d'affections ; après avoir constaté

que leur virulence varie considérablement d'après la maladie dont ils proviennent, il put établir d'une manière générale que plus la maladie est grave, plus le streptocoque est virulent. Il parvint même à mesurer leur virulence en les injectant aux animaux. Injectés dans les séreuses, les microbes virulents amenaient la mort par leurs propres forces, sans le secours de liquides irritants ; tandis que les non virulents acquéraient souvent des propriétés pathogènes quand on leur associait des liquides irritants ; ils parvenaient alors à s'implanter dans l'organisme.

Prenant un streptocoque donné, il démontra que sa virulence est sujette à varier : on peut l'exalter par le passage à travers les animaux, tandis qu'on peut éteindre son action en abandonnant les cultures à elles-mêmes et en évitant de les rafraîchir par de nouveaux ensemencements.

Ayant pris comme point de départ un streptocoque de la bouche, toujours peu virulent, il parvint à le rendre très violent et à lui donner un pouvoir pathogène intense par le passage à travers les animaux. Les variations morphologiques des cultures étaient nombreuses, quoique provenant toutes d'une même souche, et correspondaient exactement aux espèces prétendument observées par Kurth et von Lingelsheim ; ces distinctions étaient réduites à néant, et il pouvait conclure à l'unité spécifique du streptocoque. Plus en effet la bactériologie fait de progrès, plus un même microbe se montre variable, même dans des caractères qui, au premier abord, paraissent fondamentaux ; il peut perdre des propriétés, il peut en acquérir d'autres, et pourtant toujours rester le même.

Le fait de la virulence plus ou moins grande une fois expérimentalement établi, restait à voir quelle explication et quelle interprétation il fallait donner à la réaction si différente de l'organisme vis-à-vis du même microbe. Il fallait chercher à éclaircir le rôle spécial de cet

agresseur si variable, si inconstant dans son attaque, et la manière dont les différents éléments du sang se comportent vis-à-vis de ces microbes, les uns atténués, les autres virulents. C'est ce que fit un autre élève de M. Denys, M. le Dr H. Vandevelde, sur le *Staphylococcus pyogenes aureus*.

Ayant recueilli le microbe d'une fistule cutanée, il était en possession d'un organisme d'une virulence moyenne : 4 cent. cubes de culture tuaient le lapin en 38 heures, 1 cent. cube ne parvenait pas à le tuer. Il exalta son pouvoir par des passages successifs et obtint un staphylocoque tuant un lapin de 1200 grammes en 36 heures à la dose de 1/80 cent. cube. Pour mieux fixer la différence, on peut dire qu'un staphylocoque virulent produisait l'équivalent d'action pathogène de 800 individus de la souche primitive. Les deux espèces avaient la même origine, se distinguant seulement l'une de l'autre par une différence considérable de virulence.

Si dans la plèvre de deux lapins, d'un côté on injecte des staphylocoques atténués, et de l'autre une quantité égale de staphylocoques virulents, qu'est-ce qu'on observe ?

A partir du moment de l'injection, les atténués vont en diminuant rapidement en nombre ; ils gonflent de manière à acquérir un volume deux ou trois fois plus grand qu'au moment de l'injection, et perdent en peu de temps leur affinité pour les matières colorantes ; puis, une ou deux heures après l'injection, les globules commencent à arriver dans l'exsudat, ils deviennent de plus en plus nombreux, jusqu'à donner une hyperleucocytose. Ils conservent tous leurs caractères de santé, et leurs mouvements amiboïdes sont aussi vifs que ceux du sang normal.

Chez le lapin qui a reçu les staphylocoques virulents, la scène au contraire est tout autre. A partir du moment de l'injection, leur nombre va toujours croissant jusqu'à atteindre des chiffres énormes en quelques heures ; ils restent petits et continuent à montrer leur affinité pour

les matières colorantes. Les globules blancs arrivent sur le terrain à peu près aussi vite que chez l'autre lapin; mais à partir de la 2e jusqu'à la 8e heure, une différence radicale se manifeste. La diapédèse accentuée au début se ralentit bientôt, et les leucocytes sont frappés de mort; le noyau devient visible, le protoplasme se dissout peu à peu, et, examinés à la chambre chaude à température du corps, ils sont complètement dépourvus de mouvements.

La phagocytose est active dans le premier cas; dans le second cas elle s'arrête bientôt, aussitôt que les leucocytes dégénèrent.

La constatation de ces faits indiquait nettement la direction dans laquelle les recherches devaient se poursuivre.

D'un côté la dégénérescence, dans l'exsudat, des microbes atténués, alors que les globules blancs étaient encore rares, semblait indiquer que les humeurs jouent un grand rôle dans leur destruction. D'un autre côté, la conservation des globules blancs en présence des atténués attirait aussi l'attention sur la phagocytose; les deux facteurs entraient donc en ligne de compte, il fallait définir leur rôle.

Les deux variétés mises en présence de sérum et de sang complet manifestèrent une résistance bien différente. Le microbe atténué était bien plus sensible; il était détruit en grande quantité et la pullulation, si elle se produisait, était beaucoup plus tardive. La variété virulente au contraire était beaucoup moins impressionnable; elle subissait à peine une diminution, et souvent la pullulation commençait dès l'ensemencement, surtout si la dose ajoutée était considérable.

Mais il était au plus au point intéressant de connaître l'action de l'exsudat pleural, du liquide qui remplit la plèvre après l'injection des microbes; car c'est dans ce milieu et non pas dans le sérum du sang en circulation que se passe la lutte du microbe et de l'organisme.

Un épanchement pleurétique était provoqué par l'injection de cultures vivantes ou mortes. L'exsudat, recueilli sept ou huit heures après l'injection et débarrassé de ses globules blancs, était ensemencé de microbes atténués et de microbes virulents.

Les résultats obtenus furent très remarquables; les voici. La sérosité possède un pouvoir bactéricide intense, beaucoup plus grand que celui du sang et du sérum; ce pouvoir est surtout élevé dans l'exsudat obtenu après injection de cultures mortes. Ce fait est d'ailleurs bien compréhensible, car dans ce cas la sérosité ne perd rien ou perd fort peu de sa force, tandis que, quand elle doit se former en présence des microbes vivants, elle épuise une partie de son action.

Les atténués périssaient rapidement, souvent sans aucune trace de répullulation. Les virulents détruits en très grand nombre parvenaient parfois, mais rarement, à répulluler après vingt-quatre ou quarante heures de séjour à la couveuse; tandis que dans le sérum normal la répullulation, comme nous venons de le voir, suivait presque instantanément l'ensemencement. L'auteur conclut avec raison à une action bactéricide considérable des humeurs.

Mais quel est le rôle des leucocytes? Pour juger de leur action isolée, il semblait naturel de séparer les globules blancs de la sérosité, de détruire le pouvoir bactéricide de celle-ci par un court chauffage à 60°, et de réintroduire les globules blancs dans leur milieu naturel, mais privé de son pouvoir bactéricide. Or, résultat surprenant, les leucocytes traités de la sorte, c'est-à-dire reportés dans la sérosité chauffée, meurent rapidement; on dirait que l'humeur en cet état est devenue un vrai poison pour eux. L'opérateur se vit donc contraint de les porter dans un milieu où ils pourraient vivre pendant longtemps en dehors du corps; il prit un bouillon dans lequel les leucocytes gardent toutes leurs propriétés pendant des heures

entières, et alors il constata réellement une action phagocytaire. Non content encore de ces résultats, procédant par comparaison, il étudia le pouvoir bactéricide de la sérosité seule et de la sérosité non débarrassée de ses globules blancs ; une différence sensible se manifesta à l'avantage de la sérosité complète. Les globules blancs ont donc une action phagocytaire sur les deux variétés de microbes, inégale il est vrai, les microbes virulents résistant mieux que les autres à l'action des phagocytes.

Après avoir prouvé que les phagocytes et les humeurs jouent un rôle dans la résistance, il était tout naturel qu'il étudiât le rapport de ces deux facteurs : à qui revient la plus grande part dans la victoire ?

En comparant l'action de la sérosité seule à celle des globules blancs mis dans du sérum qui a déjà par lui-même un pouvoir bactéricide faible, l'auteur trouva que la sérosité seule possédait un pouvoir bactéricide plus élevé que les deux autres éléments réunis ; aussi n'hésite-t-il pas un instant à dire que le pouvoir bactéricide des humeurs joue dans la résistance du lapin au staphylocoque un rôle plus considérable que la phagocytose.

Il existe donc de nombreux et puissants moyens de défense, mais qui pourtant peuvent faiblir et se trouver insuffisants devant les agresseurs, surtout si ceux-ci sont virulents. En effet, un lapin qui reçoit même de très petites doses de staphylocoque virulent périt après un temps très court, les globules blancs accourus dans l'épanchement ne tardent pas à mourir. Quatre à huit heures après l'injection, à l'autopsie de l'animal, on trouve tous les globules blancs de l'exsudat dans un état de dégénérescence profonde ; l'animal privé de ses défenseurs a succombé. On se demande naturellement ce qui a tué les leucocytes. Ce ne sont pas les microbes ; ils ne sont pas de taille. Ce sont plutôt les poisons qu'ils secrètent, et c'est ce que l'expérience démontre pleinement. Pour mettre ce phénomène en évidence, on procède comme suit. On débarrasse

de ses leucocytes malades un exsudat provoqué par l'injection de staphylocoques virulents, et on ajoute à ce liquide des globules sains, vigoureux, doués de beaux mouvements, provenant d'un exsudat obtenu par injection de culture morte à un autre lapin ; ils sont bien vifs, ils n'ont subi aucune altération, ce sont des troupes fraîches. On dépose alors une goutte de ce liquide sur un porte-objet, et on examine au microscope à la température du corps.

Dès les premiers moments, les leucocytes poussent des pseudopodes ; mais bientôt — une minute suffit — ces manifestations de vie s'arrêtent, ils s'arrondissent, pâlissent, le protoplasme semble se dissoudre dans le liquide ambiant et laisse apparaître le noyau jusqu'alors invisible. Ils deviennent donc rapidement malades, en moins de deux à trois minutes. L'exsudat dilué dans l'eau salée présente les mêmes altérations, proportionnellement à la quantité d'eau ajoutée. Dans une dilution comprenant une partie d'exsudat et dix parties d'eau salée, après sept minutes tous les globules étaient altérés, tandis que, dans l'eau salée seule, après deux heures ils présentaient encore de beaux mouvements. Il n'y a donc plus de doute : les microbes ont transformé l'exsudat en un poison virulent pour les globules blancs.

De quelle nature est ce poison ? Le fait qu'après avoir été chauffé pendant 10 minutes entre 58° et 60° il perd toute son action porte Vandevelde à le considérer comme une substance albuminoïde très instable; et pour éviter des périphrases toujours répétées, il propose de l'appeler leucocidine ou substance leucocide.

L'auteur, n'ayant pu parvenir à la mettre en évidence, chez les animaux vivants, qu'au moyen des staphylocoques virulents, était tout porté à croire que le microbe atténué ne possédait que peu ou pas le pouvoir leucocide. La comparaison des deux microbes, en vue de connaître cette différence, imposait naturellement l'étude de la

sécrétion *in vitro*. Il les cultiva donc dans du bouillon, dans le sérum et dans le sang, et, contrairement à toute attente, ne put parvenir à constater de différence sensible ni dans la quantité de poison élaboré par les deux variétés, ni dans l'époque de son apparition. La sécrétion dans les milieux naturels, sang et sérum, était seulement plus abondante que dans les milieux artificiels (bouillon).

On sait depuis longtemps que les produits de sécrétion des microbes favorisent les infections ; on s'en sert couramment pour permettre à un microbe virulent de prendre pied dans le corps de l'animal. Kruse avait donné à ces substances qui détruisent les propriétés bactéricides des humeurs le nom de lysines. Vandevelde rechercha donc si ces produits étaient également formés par le staphylocoque et si la forme virulente les produisait en plus grande abondance que la forme atténuée ; et ici de nouveau, contrairement à toute attente, on constata que les deux formes sécrétaient les lysines en quantités égales, fait concordant d'ailleurs avec la fabrication de la leucocidine.

Des quantités égales de substance sécrétée par les deux variétés et débarrassée de tout microbe vivant par la stérilisation furent injectées, et, fait remarquable qui confirme complètement les deux autres constatations précédentes, les animaux ne se montrèrent pas plus incommodés de l'injection du poison sécrété par les virulents que par les atténués ; les courbes thermiques étaient sensiblement les mêmes. En conséquence, on peut dire, qu'un microbe virulent ne sécrète pas plus de poison qu'un microbe atténué.

A quoi tient donc alors la différence ?

A la propriété leucocide, qui met les phagocytes hors de combat ? Nullement : la leucocidine est sécrétée également par les deux variétés; tout au plus ce poison est une cause secondaire, se manifestant surtout pendant la pullulation pour assurer la victoire du microbe.

Tiendrait-elle aux lysines sécrétées et introduites dans

la plèvre avec les microbes neutralisant le pouvoir bactéricide des humeurs ? Pas davantage : puisque les lysines sont fabriquées en égales quantités par les deux variétés, l'avantage serait du côté des atténués, eux seuls devraient se développer, vu la grande quantité injectée. Tout au plus donc peut-on leur accorder, comme à la leucocidine, une action secondaire, adjuvante.

Mais les deux variétés auraient-elles peut-être une vitalité inégale ? Nullement : les cultures faites sur différents milieux montrèrent chez les deux variétés une rapidité égale à se multiplier.

La virulence réside-t-elle alors dans une résistance plus grande des virulents à l'action phagocytaire des globules blancs ? Sans doute, les staphylocoques atténués sont facilement pris et tués par les leucocytes ; mais chez le lapin la cause principale de la résistance est ailleurs ; qu'on se rappelle seulement que la plus grande partie des microbes atténués introduits dans la plèvre ont déjà succombé avant que les leucocytes n'arrivent en nombre suffisant sur le lieu d'infection.

La différence provient de la résistance plus grande du virulent au pouvoir bactéricide des humeurs.

Le staphylocoque atténué est très vivement affecté par le pouvoir bactéricide des humeurs. Celles-ci en ont déjà détruit un grand nombre avant que les leucocytes n'arrivent sur le théâtre de la bataille. Au contraire, le virulent est peu ou pas sensible à l'action des humeurs; il parvient à se multiplier rapidement en contact avec ces dernières.

Qu'on veuille bien le remarquer : ce que nous disons ici n'est pas en contradiction avec ce que nous avons dit plus haut, que la sérosité avait un pouvoir microbicide tel que les virulents mêmes étaient détruits. Pour s'en convaincre, il suffit de distinguer les temps. La sérosité recueillie une heure, deux heures, quatre heures après l'injection n'a qu'un pouvoir bactéricide faible; ce pouvoir va en augmentant à mesure que les globules blancs

arrivent; d'où l'auteur est porté à conclure que le pouvoir bactéricide si intense est dû à une substance spéciale sécrétée par les globules blancs quand ils sont arrivés en foule. Or ce n'est pas avec cette sérosité forte que les virulents ont à lutter dès le début; c'est au contraire avec l'exsudat faible, celui qui n'a qu'un pouvoir bactéricide égal ou un peu supérieur de celui du sérum.

L'auteur définit ainsi les deux états d'atténuation et de virulence : « L'atténuation ou la non-virulence réside dans une sensibilité spéciale vis-à-vis des substances bactéricides, tandis que la virulence réside dans une résistance particulière à la même influence. »

Essayons maintenant de nous représenter les phénomènes qui suivent l'injection des deux variétés de staphylocoques.

Les microbes atténués, une fois dans la plèvre, irritent la séreuse, y produisent une inflammation qui a pour conséquence immédiate la dilatation des vaisseaux, et une transsudation abondante, à travers leurs parois, d'une quantité toujours croissante de sérosité. Celle-ci possède un pouvoir bactéricide un peu supérieur à celui du sérum; elle tue un très grand nombre de microbes et attaque fortement les autres. Mais, dès vers la quatrième, la sixième, la huitième heure, les phagocytes arrivent en abondance; ils absorbent les microbes survivants et achèvent ainsi l'œuvre des humeurs. Poussant plus loin leur rôle bienfaisant, ils donnent à la sérosité, par les substances bactéricides qu'ils déversent dans l'exsudat, un pouvoir bactéricide intense.

Ainsi se produit, à l'endroit de l'injection, un renforcement local qui, rapproché du renforcement général découvert par Denys et Kaisin, donne l'explication complète de la localisation des infections pour les microbes pathogènes.

Mais qu'advient-il si l'on injecte des microbes virulents même à petite dose ? La plèvre réagit de suite; naturellement une inflammation suivie de congestion et d'extrava-

sion abondante de sérosité se produit aussitôt. Quelques microbes, les plus délicats, succombent, mais une sélection s'opère, et la majorité échappant à l'action du poison ne tardent pas à se reproduire, deviennent de plus en plus nombreux ; ils sécrètent abondamment de la leucocidine et des lysines, ils neutralisent complètement l'action bactéricide des humeurs, ils mettent les globules blancs hors de combat, et leur pullulation ne rencontrant plus aucun obstacle, l'envahissement général ne tarde pas à suivre.

Toutes les observations faites jusqu'ici par Vandevelde, et que j'ai relatées assez longuement à cause de leur grand intérêt, n'avaient porté que sur des lapins ; le même auteur étudia aussi la virulence des staphylocoques sur le chien.

Nous savions déjà, par le travail de Denys et Kaisin, que chez cet animal la phagocytose joue un rôle prépondérant dans la résistance ; or il ressort des expériences de Vandevelde que pour le chien il n'y a pas de staphylocoques atténués ou virulents : la phagocytose s'exerce sur les deux variétés avec une égale intensité ; les animaux réagissent de la même façon en présence des deux variétés, et les phénomènes consécutifs aux injections sont identiquement les mêmes. En face de ces résultats, Vandevelde essaya de réaliser chez les chiens ce qu'il avait obtenu chez les lapins, c'est-à-dire d'exalter la virulence des staphylocoques atténués par des passages successifs à travers d'autres chiens ; mais ce fut en vain : les virulents traités de la même façon, au lieu d'augmenter de virulence, perdaient au contraire et s'atténuaient.

Ceci confirme admirablement les conclusions de l'auteur, à savoir que chez le lapin la virulence d'un staphylocoque consiste essentiellement dans la résistance qu'il oppose à l'action bactéricide du sérum, et aussi que les microbes virulents et atténués sécrètent une quantité égale de poisons.

Il est aussi par le fait même établi que le pouvoir bactéricide des humeurs d'un animal est en rapport avec la virulence d'un même microbe. En effet, pour le chien, il n'y a ni virulents ni atténués, il supporte tout également ; pour les lapins, au contraire, la virulence existe, parce que le pouvoir bactéricide joue un rôle principal dans la résistance.

Mais ce rapport, constaté pour une espèce microbienne, n'existait pas, au dire des partisans de la phagocytose, pour des microbes d'espèces différentes ; en d'autres termes, le pouvoir pathogène des microbes n'était pas en rapport avec leur résistance au sérum.

Un élève de M. Denys, le Dr Leclef, entreprit une étude comparative sur des espèces microbiennes différentes, les unes très pathogènes, comme le bacille de la septicémie des lapins, le staphylocoque, le bacille pyocyanique, et d'autres espèces non pathogènes.

Après avoir fixé leur pouvoir pathogène, il les classa par ordre de virulence, d'intensité d'action, puis les reprenant une à une il étudia leur résistance à l'action bactéricide du sérum et les classa de nouveau suivant le degré de résistance. Les deux classifications concordaient en tous points, mieux qu'il ne s'y était lui-même attendu : celle qui était le plus pathogène résistait le mieux à l'action nocive, et ainsi en descendant sur toute ligne, avec une concordance parfaite.

Restait encore une dernière objection à réfuter. Tout le monde admettait il y a deux ans que les humeurs naturelles (sérum, lymphe, liquide de la chambre antérieure de l'œil...) n'exercent aucune influence sur les spores ; les humoralistes étaient eux-mêmes si convaincus de ce fait que Büchner, leur chef, qui a tant aidé à établir ce pouvoir bactéricide, avoue n'avoir pas entrepris de recherches à ce sujet, tant l'issue lui paraissait assurée.

Les anti-humoralistes, au contraire, faisaient grand état de cette invulnérabilité des spores vis-à-vis des humeurs

et disaient : une preuve que la diminution des formes végétatives en présence des humeurs est due à un changement de milieu, c'est que si on ensemence dans ces humeurs les formes dormantes, la diminution fait défaut, et celle-ci manque précisément parce que la spore, dès le moment où elle germe, s'adapte au milieu dans lequel elle est plongée. Si le fait est vrai, il y a là, il faut bien le reconnaître, une difficulté sérieuse pour les humoralistes.

Les partisans de la phagocytose se sont toujours ou presque toujours servis des spores du bacille charbonneux comme objet d'étude. Nous l'avons déjà fait remarquer d'après Denys, cet objet est mauvais à cause de son grand pouvoir pathogène. De ce que les humeurs ne résistent pas aux spores d'un microbe au plus haut point virulent, il ne s'ensuit pas que le pouvoir sporicide n'existe pas. Il faut, pour savoir si réellement il existe, s'adresser au contraire à des espèces peu ou pas virulentes ; c'est pourquoi J. Leclef choisit dans un second mémoire deux espèces saprophytes peu pathogènes, remarquables par leur taille et le volume de leurs spores : le *Bacillus subtilis* (du foin) et celui de la pomme de terre. Or qu'advint-il ?

Comme tout le monde le sait, les spores résistent à des températures très élevées : celles du *Bacillus subtilis* commencent à périr entre 90° et 100° ; les bacilles au contraire sont détruits dès 70°.

Portant donc des cultures de bacille en voie de sporulation à une température de 70°, il tue les microbes contenant les spores ; celles-ci gardent toute leur vitalité, comme le démontre, d'ailleurs, l'ensemencement dans des milieux nutritifs et l'examen microscopique, qui permet de constater une pullulation rapide. On est alors en possession d'une émulsion de spores contenant les éléments suivants. D'abord des spores assez grosses, ovoïdes, réfringentes, libres ou renfermées dans les bâtonnets tués. Ces bâtonnets se distinguent très nettement des bâtonnets vivants, par leur impuissance à prendre les matières colo-

rantes, leur aspect pâle, maladif, tandis que les autres sont opaques et réfringents, et ont conservé toute leur affinité pour les colorants.

Que deviennent ces éléments si on les porte dans du sérum non chauffé à 60° ? Jamais on ne voit apparaître le moindre bâtonnet. Douze heures, vingt-quatre heures même après l'ensemencement, on ne peut percevoir la moindre trace de prolifération, et, en fait de formes végétantes, le microscope ne montre que les cadavres pâles et granuleux importés avec la semence. Dans le sérum chauffé et le bouillon, une heure après l'ensemencement, de petits bâtonnets bien réfringents et animés de mouvements apparaissent; après quelques heures, ils troublent le liquide, et si l'on colore alors une préparation, des milliers de bâtonnets remplissent le champ du microscope; tandis que dans le sérum non chauffé aucun bâtonnet bien coloré n'est perceptible.

Quant aux spores, elles germent aussi bien dans le sérum chauffé que dans les milieux artificiels. On peut suivre facilement leur développement par des colorations successives au bleu de méthylène; on les voit germer, perdre peu à peu la réfringence particulière qu'elles ont à l'état inerte, prendre fortement les colorants et donner rapidement des bâtonnets. Dans le sérum naturel, au contraire, elles germent pendant les premiers moments, mais bientôt tout phénomène vital cesse; jamais elles n'arrivent à former un bâtonnet et disparaissent rapidement, tuées par le pouvoir sporicide du sérum.

On ne peut donc invoquer ici ni changement de milieu ni accoutumance, et on ne peut plus faire de la prétendue germination directe sans destruction des spores dans le sérum un argument pour combattre la doctrine du pouvoir bactéricide des humeurs. Au contraire, la façon dont les spores se comportent dans ce milieu est tout à fait favorable à cette doctrine.

Nous sommes donc autorisés à conclure que la cause est

entendue et gagnée. Metchnickoff néanmoins s'obstine à défendre sa théorie à outrance, ne relatant, pour donner le change, que les travaux qui appuyent ses idées préconçues ; la grande majorité des bactériologistes est maintenant de l'avis de l'école de Louvain, à savoir qu'on ne peut pas être exclusif.

Ni la théorie phagocytaire, ni la théorie des humeurs, prises séparément, ne peuvent expliquer l'immunité. Les phagocytes et les humeurs concourent ensemble, dans une mesure variable d'après les espèces, d'après la nature de l'agresseur, à préserver les organismes supérieurs contre l'envahissement des microbes.

Au dernier congrès de Buda-Pest, dans la discussion provoquée sur ce sujet, les savants se rangèrent presque unanimement du côté de M. Denys, qui venait d'y faire connaître le résultat des recherches de Vandevelde et de Leclef. En France aussi, d'ailleurs, on y vient, et voici ce qu'écrit H. Roger, autorité en la matière, dans les ARCHIVES DES SCIENCES MÉDICALES, numéro de janvier 1896 :

« Parmi les facteurs multiples de l'immunité, on a surtout étudié le rôle du sérum et des phagocytes, et l'on est arrivé à conclure que les cellules ne peuvent guère englober que les microbes déjà affaiblis par les humeurs ; elles achèvent l'œuvre commencée par les matières chimiques.

» Telle est la conception qui cadre le mieux avec les faits observés jusqu'ici. Il est donc bien inutile d'opposer l'une à l'autre les deux grandes théories de l'immunité ; mieux vaut chercher à les concilier. »

C'est ce que M. Denys a compris le premier.

D'ailleurs, doit-on se plaindre de cette lutte pacifique ? Je serais presque tenté de dire que non, puisque, ainsi que nous le verrons en étudiant l'immunité artificielle, elle nous a donné la sérothérapie.

*La fin prochainement.*

Dr DE L'ÉCLUSE.

# PRATIQUES ET INSTITUTIONS RELIGIEUSES

## D'ORIGINE CHRÉTIENNE

### CHEZ LES MEXICAINS DU MOYEN AGE

---

#### I. PANTHÉON TOUJOURS OUVERT. ASSIMILATIONS. MÉTAPHORES. SYMBOLES.

Les religions monothéistes ont d'autant plus de facilité à se maintenir pures qu'il est de leur essence de n'admettre qu'un seul Dieu ; il n'en saurait être de même chez les idolâtres qui, demandant à leurs divinités plutôt la faveur que la justice, sont toujours disposées à invoquer les plus puissantes dans l'espoir de captiver leur bienveillance. Leurs panthéons ne sont pas exclusifs ; les portes en sont largement ouvertes, non seulement pour les dieux des vainqueurs ou des peuples plus avancés en civilisation, mais aussi pour ceux des vaincus. Chacun sait qu'il en fut ainsi chez les Romains ; il n'en fut pas autrement chez les tribus dominantes de la Nouvelle-Espagne : « Il faut savoir, dit Muñoz Camargo (1), que, si ces peuples venaient à connaître quelque dieu de bonne qualité, ils l'admettaient comme tel ; c'est pourquoi

(1) *Historia de Tlaxcala*, éditée par A. Chavero, L. II, ch. 4, pp. 201-2. Pet. in-4. Mexico, 1892.

d'autres immigrants avaient apporté beaucoup d'idoles dont on fit des dieux. » A propos de celui que Cortés proposait de substituer aux anciens, quelques Tlaxcaltecs disaient à leurs seigneurs : « Pourquoi veut-il nous ôter les dieux que nous avons et que nous et nos ancêtres servons depuis si longtemps ? Nous pouvons bien, sans les enlever et les déplacer de leurs sanctuaires, mettre son Dieu parmi les nôtres ; nous le servirons, nous l'adorerons, nous lui ferons des temples particuliers et il sera également notre dieu (1). »

Voici quelques autres exemples de l'éclectisme religieux des anciens Mexicains. Les vieux Toltecs, transportant dans le Nouveau Monde les superstitions des Gaëls, avaient donné aux divinités telluriques *(dei terreni)*, appelées Sids en Irlande, le nom nahua de *Tlaloque (tlalli* terre et *onoc* être), et ils représentaient ces génies des collines (simples tertres dans un pays aussi peu accidenté que l'Irlande) comme les dispensateurs de la fertilité et de la félicité terrestres. Des deux côtés de l'Atlantique, la demeure des esprits souterrains passait pour être un pays de Jouvence (2). *Tlalocan tecutli,* le seigneur de ce paradis, après avoir avoir été adoré des Toltecs, fut dédaigné des barbares Chichimecs qui les remplacèrent, mais à l'arrivée des Culuas il fut remis en honneur et le roi de Tezcuco, Nezahualcoyotl, ayant fait reproduire l'antique statue de Tlaloc qui était restée sur la montagne de ce nom, donna place à la copie dans le grand temple de Tezcuco (3).

En 1441, Montezuma I, profitant des dissensions des Cuitlahuacs, ses proches voisins, s'empara de l'idole du

(1) Id., *ibid.*, p. 202.

(2) E. Beauvois, *L'Élysée des Mexicains*, dans *Revue de l'hist. des religions*, 5e ann., nouv. sér., t. X, 1885, pp. 20-21.

(3) Juan de Pomar, *Relación de Tezcoco*, dans *Nueva Colección de documentos para la historia de México*, édit. par J. G. Icazbalceta, t. III, Mexico, 1891, in-8, pp. 12, 14-15. — Torquemada, *Monarchia indiana*, L. VI, ch. 23, p. 45 du t. II de l'édit. de Madrid, in-4, 1723.

quartier de Ticic, *Mixcoatl*, dont le temple avait été incendié par ses protégés, les habitants du quartier d'Atenchicalcan, et il la transporta à Mexico dans le quartier appelé depuis Mixcoatepec ou Colline de Mixcoatl (1). — Le fils et successeur de ce prince, Axayacatl, après avoir vaincu les Matlatzincs, fit transférer à Mexico leur idole *Coltzin* ou *Tlamatzincatl* avec tous ses prêtres. Il donna au dieu un sanctuaire dans l'enceinte du grand temple et à ses ministres un monastère adjacent (2). — Montezuma II, suivant les mêmes errements, tenta, mais vainement, de soustraire aux Huexotzincs leur idole Camaxtli (3).

Ainsi, les Mexicains ajoutant sans cesse de nouvelles chapelles à leur temple, la religion qu'on y enseignait ou qu'on y pratiquait finit, en se modifiant, par former un amalgame dont les croyants avaient oublié l'origine, mais dont la science peut distinguer les éléments. La fusion des cultes continua même après la conquête espagnole : « Lorsque que l'on commença à renverser et à détruire les idoles à Tlaxcala, dit le P. Toribio Motolinia, pour leur substituer le crucifix, on trouva parmi elles les images du Christ sur la croix et de sa bienheureuse mère, les mêmes que les chrétiens leur avaient données en pensant qu'il les adoreraient exclusivement. C'est qu'ayant déjà cent divinités, ils voulaient bien en avoir cent et une. Cependant les missionnaires savaient bien que les Indiens leur rendaient le culte accoutumé, soit en plaçant quelques images sur les autels conjointement avec leurs idoles, soit en mettant l'image en vue, tandis que l'idole était cachée derrière un ornement ou de l'autre côté du mur

(1) *Anales de Cuauhtitlan*, texte avec traductions par Faustino Chimalpopoca, G. Mendoza et F. Sanchez Solis, publiées en appendice aux t. I-III des *Anales del Museo nacional de Méjico*, in-4, p. 76, col. 3, 1879-1884.

(2) D. Duran, *Historia de las Indias de Nueva España*. 2 vol. in-4, t. I, pp. 278-9. Mexico, 1867-1880. — Torquemada. *Mon. ind.*, L. VIII, ch. 14, p. 151 du t. II.

(3) D. Duran, *Historia de las Indias*, t. II, p. 127.

ou bien dans l'autel (1). C'est pourquoi on leur ôta toutes les images de Dieu et de la Sainte Vierge que l'on put recouvrer, en leur disant que, s'ils en voulaient, il faudrait leur faire des églises. Quoique pour satisfaire les frères ils aient commencé à bâtir des ermitages et des oratoires, ensuite des églises, ils avaient soin d'entretenir leurs temples en bon état et entiers (2). »

Si les Indiens convertis n'avaient pu se défaire de leurs vieilles superstitions, les apostats conservaient en revanche une partie des dogmes et des cérémonies du christianisme. En Yucatan, un indigène de Zotuta, André Chi, se donna pour Moïse et prétendit n'agir que conformément aux révélations du Saint-Esprit (3). — En 1604, chez les Sabaibos qui habitaient l'État de Durango, un ancien prêtre des idoles étant retourné au paganisme se fit reconnaître évêque par ses compatriotes, les rebaptisa avec des rites différents de ceux de l'Église et se donna pour Dieu le Père (4). — Vers le milieu du XVIII^e siècle, Bernardino de Cardenas, chargé d'une enquête sur l'idolâtrie, constata qu'elle subsistait toujours à Camata dans le diocèse de la Paz (Bolivie) ; « qu'il y avait là plus de quarante prêtres d'idoles ; qu'en haine des cérémonies et des rites du christianisme, ils les imitaient dans un culte diabolique ...

(1) Le même P. Motolinia en cite d'autres exemples (*Historia de los Indios de la Nueva España*, dans *Colección de documentos para la historia de México*. T. I, 1858, in-4, pp. 32, 34-35, 36, 66). — On trouva également des idoles enterrées sous les autels à Comaltepec, à Cuextlauac, à Tlachiaco, à Xilotepec. (Davila Padilla, *Historia de la fundación y discurso de la provincia de Santiago de México, de la Orden de Predicadores*, Madrid, 1596, in-4, ch. 88.)

(2) Motolinia, *Op. cit.*, pp. 26-27. — Cfr Mendieta, *Historia eclesiástica indiana*, éditée par J. G. Icazbalceta. Mexico 1870, in-4, p. 233 ; — Torquemada, *Mon. ind.*, L. XV, ch. 23, pp. 61-62 du t. III ; — Élysée Reclus, *Nouv. géographie univ.*, T. XVII. gr. in-8, pp. 108-9, Paris 1891.

(3) Cogolludo, *Historia de Yucathan*, Madrid 1688, in-fol. L. VI, ch. 15, (cité par Kingsborough, *Antiquities of Mexico*, Londres 1831-48, 9 vol. in-fol. T. VIII notes, p. 192.

(4) Alegre, *Historia de la Compañia de Jesus en Nueva España*. in-8, t. I, pp. 422-3, Mexico, 1841.

baptisant les enfants avec du sang, leur donnant les noms de leurs dieux, confessant les Indiens ... Sur l'ordre du démon, beaucoup d'Indiens l'adoraient en premier lieu, ensuite le Dieu des Espagnols. Une fois il leur dit que l'image du crucifix placée dans l'église était la sienne (1) ». — Plus récemment, en 1790, chez les Esquimaux du Grœnland, une femme des environs de Sukkertopen prétendit avoir des révélations ; elle donnait son mari Habakuk pour un saint et l'appelait Jésus ; la secte qu'elle fonda tomba promptement en décadence, mais elle se releva en 1803 et, jusqu'aujourd'hui, la famille de Habakuk passe, dans la localité, pour avoir conservé le don de prophétie. En 1854, un jeune indigène des environs de Frederiksdal, que les missionnaires Herrnhutes élevaient pour en faire un catéchiste, se sépara d'eux, sous prétexte qu'il était en communication avec Jésus-Christ ; il réunit un assez grand nombre d'adhérents et se disposa à passer de l'autre côté du détroit de Davis pour convertir les païens ; mais ses prédictions sur la fin du monde et sur son ascension ne ne s'étant pas réalisées, la nouvelle communauté se dispersa et, au lieu de continuer à marier les autres, le prétendu prophète fit bénir son mariage par les Frères Moraves (2).

Sahagun donne de curieux exemples de la manière dont les Mexicains de son temps identifiaient leurs anciennes divinités avec la Sainte Vierge ou les saints, afin de pouvoir continuer à adorer leurs idoles sans encourir les réprimandes des missionnaires. Les Espagnols d'ailleurs s'étaient à l'origine prêtés à cette confusion pour avoir plus de facilité à substituer le nouveau culte à l'ancien. De beaucoup de temples ils firent des églises, en se bornant souvent à y ériger des croix et à y placer des images pieuses, dont ils confiaient parfois la garde aux ci-devant prêtres

(1) *Mém. adressé au roi d'Espagne*, extrait dans le t. VIII notes, p. 192, des *Ant. of Mex.* de Kingsborough.

(2) H. Rink, *Grœnland*, Inspectorat du sud, t. II, pp. 287-9, in-8. Copenhague 1857.

d'idoles. D'autres fois, ils construisirent des sanctuaires dans des localités où les païens avaient coutume de célébrer leurs fêtes, pensant avec raison que les pèlerins continueraient d'y affluer, et il les dédièrent à la Sainte Vierge, à sainte Anne et à saint Jean-Baptiste, dont les qualifications en nahua rappelaient précisément les divinités adorées en ces endroits. *Tonantzin* (notre révérée mère), qu'il aurait été plus correct d'appeler *Teonantzin* (la vénérée mère de Dieu), prit la place de *Tonantzin* ou Ciuacoatl (la femme générale, c'est-à-dire la mère commune) ; *Toci* (notre aïeule) au lieu de *Teoci*, l'aïeule de Jésus-Christ, remplaça la déesse *Toci* ; *Telpochtli* (jeune, vierge), surnom donné à saint Jean-Baptiste, parce qu'il mourut sans avoir été marié, fut substitué à *Telpochtli* au Tezcatlipoca. On remarqua que les offrandes étaient plus abondantes dans ces églises que dans d'autres ayant les mêmes patrons, et on finit par comprendre que les fidèles y venaient plutôt en souvenir de leur ancien culte que par attachement pour le nouveau. De ces faits le P. B. de Sahagun conclut « qu'il y a dans les Indes beaucoup d'endroits où l'on fait des offrandes et où l'on pratique des dévotions adressées aux idoles sous le couvert des fêtes que l'Église célèbre en l'honneur de Dieu et de ses saints (1) ».

A Cuitlahuac, au sud-ouest du lac de Chalco, les indigènes continuèrent, après leur conversion au christianisme, « à faire des pèlerinages au temple du dieu Amimitl(2), qui passait pour guérir beaucoup de maladies (3) ». — « Dans les maladies ou les périls, dit le P. D. Duran, tout en s'adressant à Dieu, ils ont recours aux sorciers, aux charlatans, aux superstitions, idolâtries et augures

(1) *Hist. générale des choses de la Nouvelle-Espagne*, trad. par D. Jourdanet et R. Siméon, Paris, 1880, gr. in-8, L. XI, ch. 12, pp. 786-8. — Cfr Torquemada, *Mon. ind.*, L. VIII, ch. 7, pp. 245-6 du t. II.

(2) Et cela malgré que leur dynastie des *Nahuateteutin* ou Seigneurs magiciens, issus d'Iztac Mixcoatl, eût pris fin dès le milieu du xv^e siècle (*Ann. de Cuauhtitlan*, p. 82, col. 3).

(3) Torquemada, *Mon. ind.*, L. VI, ch. 29, p. 59 du t. II.

de leurs ancêtres (1). » — « La fête la plus solennelle, dit le même auteur, et la mieux célébrée dans tout ce pays, particulièrement chez les Tezcucs et les Mexicains, fut celle de l'idole appelée Vitzilopochtli (Huitzilopochtli), dans la description de laquelle il y aura beaucoup de remarques à faire. C'était en effet un mélange de cérémonies très diverses, les unes conformes soit à notre religion chrétienne, soit à la vieille Loi, les autres sataniques et inventées par eux (2). »

Ainsi cet écrivain si bien informé a pu constater des analogies entre le culte catholique et d'abominables cérémonies mexicaines des derniers temps du paganisme, et il trouvait l'explication de ce fait dans l'influence d'une évangélisation précolombienne (3). En effet, si un pareil amalgame a pu se produire en plein seizième siècle, comme l'attestent non seulement le P. Duran, mais encore Motolinia, Sahagun, Mendieta, Torquemada (4), à une époque où le christianisme était en progrès incessant et où de nouveaux émigrants renforçaient sans cesse l'élément espagnol et l'influence européenne au Mexique, — on peut juger par là de ce qui s'était passé pendant les six siècles précédents où l'évangélisation n'avait pu triompher du paganisme, où les rares missionnaires gaëls avaient été expulsés du Mexique et où leurs coreligionnaires n'arrivèrent postérieurement que par petites bandes et de loin en loin. Les successeurs et disciples des Papas, abandonnés à eux-mêmes, éloignés du foyer de la civilisation européenne, vivant au milieu des infidèles, n'avaient pu se soustraire à la contagion de l'idolâtrie et encore moins au tyrannique prosélytisme des Tenuchcs. Ceux-ci à leur tour n'avaient pas été sans subir l'influence des

(1) *Hist. de las Indias*, t. II, p. 71.
(2) Id., *ibid.*, t. II, p. 79.
(3) Id., *ibid.*, t. II, pp. 73, 74, 97-98, 154, 198.
(4) Voy. plus haut, pp. 166-9.

peuples soumis, à la vérité, mais plus avancés qu'eux (1). En faisant des emprunts au culte des vaincus, ils ravivèrent quelques-unes des croyances et pratiques de leurs ancêtres primitivement évangélisés. Mais en même temps ils déformèrent celles-ci au point de les rendre méconnaissables. Ces habitants de la zone tropicale n'avaient de goût que pour le monstrueux et l'horrible. Au lieu de chercher comme les Grecs la beauté idéale et de donner aux statues et aux autres images de leurs dieux un air de majesté et une attitude noble ou tout simplement naturelle, ils les représentaient sous les formes les plus grotesques et dans des poses souvent indécentes, leur faisant faire des contorsions, les affublant d'accoutrements ridicules, de peaux d'hommes et de têtes d'oiseaux ou de quadrupèdes, de sorte qu'ils leur donnaient une physionomie bestiale.

Comment de tels peuples auraient-ils pu conserver le christianisme dans sa pureté ? Ils le corrompirent systématiquement quoique peut-être inconsciemment. Il y eut, paraît-il, dès le IXe siècle, au temps même du Papa Quetzalcoatl, un fanatique ou hypocrite qui, par un zèle vrai ou simulé, gâta l'œuvre du missionnaire justement qualifié de *templado* (modéré) (2) et de *sentado* (posé, sensé) (3). Cet exalté est nommé *Totec*, soit qu'il se donnât pour Dieu (4), soit plutôt parce qu'il était vêtu d'une peau d'homme écorché ou bien qu'il s'était mutilé à la manière d'Origène et des Raskolniks Skoptses (5). Après avoir été enfermé pour ses méfaits, il fut l'un des premiers à suivre

(1) « En vérité, ils n'étaient pas sans avoir de la sainte Écriture des notions transmises par leurs ancêtres, » dit le P. Duran (*Hist. de las Indias*, t. I, p. 5). — Voy. Ixtlilxochitl, *Historia Chichimeca*, ch. 9, p. 213 du t. IX de Kingsborough, sans doute d'après la *Mappe Tlotzin* qui nous est parvenue. (Voy. *Revue orientale et américaine*, t. V, pp. 374-7, et *Anales del Museo nacional de México*, t. III, 1886, pp. 310-12.)

(2) Motolinia, *Hist. de los Indios*, prol., p. 10.

(3) D. Duran, *Hist. de las Indias*, t. II, p. 73.

(4) En nahua *to* notre, et *tecutli* seigneur.

(5) En nahua *to* notre, et *tequi* couper ; le composé peut être rendu par : « notre coupé ou mutilé ».

Quetzalcoatl et à participer à ses austérités. Il se macérait et, du haut du Tzatzitepetl (mont du héraut), il exhortait les habitants de Tula à faire pénitence avec lui du grand péché qu'ils avaient commis en négligeant le culte et les sacrifices aux dieux, et en s'adonnant aux plaisirs (1). Il est évidemment identique avec Tequipuyul (2), qui immola les gens de Tula sur le *techcatl* (pierre sacrificatoire de leur temple) et que l'on crut être le démon (3). Si cet épisode n'est pas historique, c'est une légende des plus significatives, exprimant sous le voile de l'allégorie la même idée que les missionnaires espagnols voulaient rendre en attribuant à Satan la contrefaçon des croyances et des pratiques chrétiennes ; car Totec est la personnification du génie du mal qui passe d'un excès à l'autre, qui gâte tout par l'exagération et qui empêche le bien sous prétexte de tendre au mieux. Ceux qui lui ressemblaient, et ils devaient être nombreux sous un climat qui porte à outrer, ruinèrent toujours l'œuvre humanitaire des Quetzalcoatl ; ceux-ci prêchaient le sacrifice de soi-même, versaient leur propre sang et, s'ils immolaient l'agneau pascal pour offrir sa chair et son sang aux fidèles, c'était au figuré. Les Totec, après les avoir imités, sincèrement ou non, finissaient par sacrifier le prochain et par manger le corps de ceux qu'ils prétendaient envoyer au ciel.

Les Tenuchcs (habitants de Mexico) imitèrent Totec, non seulement en immolant des victimes humaines, mais encore en faisant revêtir de leur peau ceux qui représentaient les dieux et qui, après avoir été sacrifiés, devaient être divinisés (4). Bien plus, ils imposèrent leurs rites

(1) *Codex Vaticanus n° 3738* ; explication en espagnol dans le t. V de Kingsborough, p. 170.

(2) Forme de *tecpuyutl* (héraut).

(3) *Historia de los Mexicanos por sus pinturas*, dans *Nueva Colección de documentos para la historia de México*, édit. par J. G. Icazbalceta, t. III, p. 242. Mexico, 1891.

(4) Petrus Martyr Anglerius, *De orbe novo, decades octo*, édit. par J. Torres Asensio. 2 vol. in-18, Déc. IV, L. VIII, p. 46 du t. II, Madrid, 1892 ;

sanguinaires à tout le Mexique. C'est sous prétexte de religion qu'ils avaient étendu leur domination jusque sur le littoral de l'est. Un des seigneurs de la côte, celui de Cempoallan, disait à Cortés : « Les rois de Mexico-Tenuchtitlan, avec leurs Culuas, ont usurpé non seulement cette cité, mais encore toute la contrée par la force des armes... d'autant plus qu'au commencement ils s'y introduisirent sous couleur de religion (1). » — « Anciennement, dit le P. Hieronimo Roman, ni cette province (des Totonacs), ni la plupart des autres dans les Indes occidentales, n'étaient accoutumées aux sacrifices humains; mais à leur arrivée les Mexicains y introduisirent leur sanguinaire et abominable religion. Auparavant leurs offrandes consistaient en certaines bestioles, en fruits, en fleurs ; on n'y adorait pas autant de divinités, mais seulement le soleil. De ce que j'ai conté, il ressort que les sacrifices humains n'étaient pas volontaires (2), puisque les Totonacs envoyaient des messagers au soleil, pour qu'il les délivrât de ce joug si pesant et de cette servitude (3). »

Le P. B. de Las Casas affirme que, dans quelques contrées de la Nouvelle-Espagne, les indigènes avaient « connaissance d'un vrai Dieu qui est dans le ciel, et il paraît qu'ils entendaient l'adorer en rendant un culte au soleil (4) ». Il ne faut pas s'imaginer, comme ne manque jamais de le faire l'école des mythomanes, que le nom de

— Sahagun, *Hist. gén.*, L. I, ch. 18, pp. 37-38 de la trad. franç. ; — D. Duran, *Hist. de las Indias*, t. II, pp. 149, 188 ; — Torquemada, *Mon. ind.*, L. VIII, ch. 18, p. 116 du t. II.

(1) Francisco Lopez de Gomara, *Conquista de Méjico*, p. 418 de l'édit. de Vedia dans *Historiadores primitivos de Indias*, t. I, gr. in-8, Madrid, 1877. — Cfr pp. 431, 442 du même ouvrage ; — A. de Tápia, *Relación sobre la conquista de México*, dans *Colección de documentos para la historia de México*, édit. par J. G. Icazbalceta, Mexico, 1866, in-8, t. II, p. 561 ; — Torquemada, *Mon. ind.*, L. IV, ch. 20, p. 398 du t. I.

(2) Cfr Las Casas, *Apol. hist.*, ch. 121, pp. 444, 450, extrait cité dans le t. V de son *Hist. de las Indias*, édit. par le Mis de la Fuensanta del Valle, in-8, Madrid, 1875 ; — Mendieta, *Hist. ecles. ind.*, L. II, ch. 10, p. 92.

(3) *Republicas del mundo*, 3 vol. in-fol., t. III, f. 145 *r*. Salamanque, 1595.

(4) *Apol. hist.*, ch. 124, p. 457 de l'extr. impr.

soleil donné à la divinité dénote nécessairement un mythe solaire. C'est une métaphore en usage même chez les chrétiens d'Europe. Les Gaëls et les Scandinaves du moyen âge aimaient mieux se servir d'images et de périphrases que de désigner par leur simple nom les personnes de la Trinité et les hôtes du paradis. L'exemple leur en avait été donné par les livres saints et les écrits des Pères de l'Église. Dans les *Prophéties* d'Isaïe (VI, 20) Dieu est appelé *Soleil,* ainsi que dans les *Psaumes* de David (LXXXIV, 11); le Christ est nommé *Sol justitiae* par le prophète Malachie (IV, 2) ; *Lux vera* dans l'évangile de saint Jean (I,9) ; *Sol verus* par saint Cyprien, l'abbé Eugyppus, Cassiodore, saint Grégoire-le-Grand, saint Pierre Damien; *Sol novus* par saint Ambroise (1) ; *Pluvia* par Hugues de Saint-Victor (2); *Ros et pluvia* dans un sermon anonyme (3). Dans le *Calendrier* d'Oengus, il est qualifié de « roi du blanc soleil ; soleil qui illumine le ciel,... roi des étoiles » (4). Treize saints et saintes sont également appelés soleils en gaélique (5). De même en vieux norrain, les épithètes de *sol* et *rœdull* (soleil) s'appliquent aussi bien aux saints qu'à Dieu le Père et au Christ (6). Ces locutions courantes, dont les Papas durent également se servir en contant aux Culuas les récits bibliques et les vies des saints, facilitèrent l'identification de *Topiltzin* (Notre Seigneur le fils) avec le Quetzacoatl païen, qui était devenu Lucifer ou la planète de Vénus ; de même qu'en beaucoup d'autres points le dieu nahua fut assimilé tantôt à saint Columba, tantôt à d'autres personnages gaéliques.

(1) Voy. les passages cités dans le t. II des *Index* ou t. CXIX de la *Patrologie latine* de Migne, gr. in-8, Paris, 1862.

(2) T. CLXXVII, p. 716 du même recueil.

(3) *Ibid.*, p. 716.

(4) Dans *The Transactions of the Royal Irish Academy*, Irish manuscript series, Vol. I, Part I, in-4, pp. XIII, CLVIII du prologue de l'éditeur Whitley Stokes. Dublin, 1880.

(5) *Ibid.*, table, p. CCCLII.

(6) Voy. ces mots dans le *Lexicon poeticum antiquae linguae septentrionalis*, par Sveinbjœrn Egilsson, Copenhague, 1860, gr. in-8.

## II. BAPTÊME. CIRCONCISION.

Outre les métaphores consacrées, les Papas transportèrent au Mexique les symboles les plus répandus dans les pays chrétiens. Nous trouvons sur des monuments de ce pays la croix surmontée d'un oiseau remplaçant la colombe qui représente elle-même le Saint-Esprit, et accompagnée du poisson dont le nom grec (ἰχθύς) est, on le sait, l'acrostiche de Ἰησοῦς Χριστὸς Θεοῦ Υἱὸς Σωτήρ. La sarigue prend sur ces monuments la place de l'agneau inconnu des Mexicains. La croix ansée, gammée, et la triquètre qui, pour avoir une origine païenne, n'en étaient pas moins devenues des emblèmes chrétiens, avaient pu être portées dans le Nouveau Monde aussi bien par des Européens que par des Asiatiques. Enfin des animaux et figures bestiales qui, tout en servant de gargouilles dans nos cathédrales, symbolisent les vices et les passions, ont été également signalés dans la décoration des édifices du Yucatan.

Les vestiges de l'évangélisation précolombienne au Mexique sont beaucoup plus visibles dans nombre de cérémonies religieuses. A Cempoallan, dans le pays des Totonacs (État de Vera-Cruz), les enfants d'un an étaient portés au temple et présentés aux prêtres qui, tout en marmottant et en faisant des gestes, leur versaient de l'eau sur la tête avec une burette, de manière à figurer la croix, ce que les Espagnols regardaient comme un baptême (1). Ils considéraient aussi comme tel les cérémonies très compliquées que les prêtres du Yucatan, assistés de quatre parrains, pratiquaient sur des groupes de garçons et de filles de trois à douze ans et qui consistaient notam-

(1) Anniculos jam pueros puellasque cum piis ceremoniis, sacerdotes in templis, aqua in crucem cum urceolo capiti superinjecta, baptizare videntur; verba non percipiunt, actus et murmura licet animadvertere. (Petrus Martyr, *Dec.* IV, L. VIII, pp. 46-47 du t. II de l'édit. de 1892.)

ment à leur couvrir la tête d'un linge blanc, à confesser les plus âgés, à leur oindre le front, le visage et les interstices des doigts et des orteils avec de l'eau vierge, parfumée de fleurs et mélangée de cacao (1). Ceux qui n'avaient pas reçu cette sorte de baptême passaient pour devoir être possédés du démon et ne pouvaient être mariés (2). Ce dernier trait joint aux onctions et à la nubilité des enfants les plus âgés dénote une confusion des rites du baptême avec ceux de la confirmation. — A Tlaxcala, il y avait une fontaine tenue en grande vénération, où les nouveaux-nés étaient lavés en guise de baptême pour être préservés des adversités (3). Dans beaucoup d'autres contrées du Mexique, les enfants en bas âge étaient soumis à des ablutions plus ou moins solennelles (4) qui originairement se rattachaient peut-être au baptême chrétien, mais qui sont trop peu caractéristiques pour que nous osions l'affirmer.

Il est assez singulier que la circoncision coexistât avec le baptême chez les Totonacs, les Mayas et divers peuples de l'Amérique centrale ; mais ce cumul n'a rien d'extraordinaire chez les disciples des Papas qui, même avant d'avoir quitté les îles Nordatlantiques, passaient pour des *Africani* (5) *judaizantes*, c'est-à-dire pour des Ariens judaï-

(1) Diego de Landa. *Relation des choses de Yucatan*, texte avec trad. par Brasseur de Bourbourg. Paris 1864, in-8, pp. 144-155 ; — Antonio de Remesal, *Historia de la provincia de S. Vicente de Chyapa y Guatemala*, Madrid, 1619, in-4, p. 246. — Cfr Herrera, *Historia general de los hechos de los Castellanos en las islas y tierra firme del mar Oceano*, édit. de Madrid, 1726, 4 vol. in-4, Déc. IV, L. IX, ch. 4, p. 210.

(2) Lizana, cité par Cogolludo, *Hist. de Yucathan*, L. IV, ch. 6, p. 191.

(3) Herrera, *Déc.* II, L. VI, ch. 15, p. 161.

(4) Motolinia, *Hist. de los Indios*, L. II, ch. 3, p. 108 ; — *Codex Vaticanus n° 3738*, dans le t. V de Kingsborough, p. 181 ; — Herrera, Déc. II, L. VI, ch. 15, p. 161 ; Déc. III, L. III, ch. 12, p. 98 ; Déc. IV, L. VIII, ch. 10, p. 167.

(5) Grégoire de Tours (*Hist.*, L. IV, ch. 27) dit que la reine Brunehaut dut recevoir le chrême parce qu'elle était arienne (quia africanae legi subjecta erat). — Du Cange, *Glossarium mediae et infimae latinitatis*, au mot *Chrismare*. — Il est vrai que la plupart des éditions de l'*Historia Francorum* portent *arianae*. — L'épithète *africaine* vient de ce que Arius

sants (1); il a été également constaté chez des chrétiens d'Orient [les Abyssins (2) et les Coptes (3) qui, soumis à l'influence directe des Sémites, n'ont pas eu besoin, comme les Papas, d'archaïser pour se conformer aux prescriptions du Pentateuque. D'après Las Casas, qui dit avoir puisé ses renseignements sur les lois et les cérémonies religieuses des Totonacs dans les écrits d'un digne et bon chrétien, l'unique Espagnol ayant longtemps vécu chez les Totonacs aux débuts de la conquête, « il était de règle dans ce pays que le vingt-huitième ou vingt-neuvième jour (4) après l'accouchement, l'enfant, garçon ou fille, était porté au temple ; le premier et le second prêtre le prenaient, le plaçaient sur une pierre et, saisissant le prépuce, le rognaient avec une lame d'obsidienne, de manière à n'en rien laisser et à opérer la circoncision, comme le faisaient les Égyptiens et d'autres nations... La partie rognée était brûlée et réduite en cendres. Quant aux filles, au lieu de les circoncire, le premier et le second prêtre les défloraient avec les doigts de la main et recommandaient à la mère de renouveler cette opération lorsque l'enfant aurait six ans (5) ».— L'île d'Ulua (pour Culua), dont tous les habi-

était né dans la Cyrénaïque et qu'il s'était d'abord fait connaître à Alexandrie. Il y eut d'ailleurs du IVe au VIIe siècles des relations entre l'Église celtique et celle des Visigoths qui professèrent l'arianisme en Espagne jusqu'en 589. (Warren, *Liturgy of the Celtic Church*, p. 62; Hadden et Stubb, *Councils*, t. II, p. 99; cités par J. Romilly Allen, *Early Christian Symbolism in Great Britain and Ireland*. Londres, 1887, in-8, p. 79.)

(1) *Historia Norvegiae*, pp. 89, 209 de *Monumenta historica Norvegiae*, édit. par G. Storm. Christiania 1880, in-8.

(2) Alvarez, *Historia de las cosas de Etiopia*, trad. du portugais par Padilla, Anvers, 1557, p. 27 (extrait dans le t. VIII notes, pp. 214-5, des *Ant. of Mexico* de Kingsborough); — Damianus à Goes, *De fide, religione, moribusque Aethiopum*, Cologne, 1578, in-18, pp. 499-503.

(3) Art. *Circoncision* par Benedite, dans la *Grande Encyclopédie*, t. XI, Paris, in-4, p. 433.

(4) Le choix de ces dates se rapporte évidemment au mois lunaire que les Totonacs ont dû tenir des Papas, avant de recevoir des astrologues mexicains les périodes de vingt et de treize jours.

(5) Las Casas, *Apolog. hist*, ch. 175; extrait dans le t. VIII notes, pp. 121-2 des *Ant. of Mex.* de Kingsborough; cfr ch. 158, *ibid.*, p. 155; — Mendieta, *Hist. ecles. ind.*, L. II, ch. 19, pp. 107-8; — Torquemada, *Mon. ind.*, L. VI, ch. 48, p. 83 du t. II.

tants, selon le chapelain de Juan de Grijalva, étaient circoncis, correspond au pays des Totonacs (1). Les affinités de ce peuple avec les Mayas nous portent à croire, avec P. Martyr (2) et Gomara (3), que ces derniers suivaient la même pratique. Elle a été en effet observée dans tous les pays voisins du Yucatan : dans la province de Coatzacoalco et Yluta (4), selon Herrera 5) ; dans l'île d'Acuzamil ou Cosumel, selon Gomara (6) ; chez les Chontals du Honduras, selon Palacio (7) et, selon P. Martyr, dans le groupe

(1) *Itinerario de Ioan Grisalva*, dans *Col. de doc. para la hist. de México*, édit. par J. G. Icazbalceta, t. I, p. 307.

(2) *De orbo novo*, Déc. IV, L. V, p. 30 du t. II de l'édit. de Madrid, 1892.

(3) *Hist. de las Indias*, édit. de Vedia, pp. 184, 186. — Cfr. Gonzalo Fernandez de Oviedo y Valdés, *Historia general y natural de las Indias*, édit. par J. Amador de los Rios, t. I, p. 533, Madrid, 1851.

(4) Aucun autre écrivain, que nous sachions, ne parle d'Yluta, mais le contexte nous autorise à penser que ce pays doit être cherché dans le voisinage du Coatzacoalco ; que son nom est mal orthographié et qu'il s'agit d'Oluta, près Acayucam, situé aux sources de la rivière Chacalapa, un des affluents du Coatzacoalco. Comme la célèbre Marina de Cortés passait pour être née dans le bassin de ce fleuve (Bernal Diaz del Castillo, *Verdadera historia de los sucesos de la conquista de la Nueva España*, édit. de Vedia, ch. 37, p. 32 du t. I de *Historiadores primitivos de Indias*, Madrid, 1862, in-8), et qu'elle savait la langue de Vilotla (Diego Muñoz Camargo, *Historia de Tlaxcala*, édit. par A. Chavero, Mexico 1892, pet. in-4, p. 181, cfr p. 179), il y a lieu de croire que cette localité, d'ailleurs inconnue, doit être identifiée avec Oluta dans l'isthme de Tehuantepec (A. Chavero, note de son édit. de Muñoz Camargo, pp. 179, 181). Gomara (*Conq. de Méj.*, pp. 312, 336 de l'édit. de Vedia) place vers Xalisco le lieu d'origine de Marina et donne à cette localité le nom de Viluta. — Si l'on trouve trop minutieuses ces recherches critiques sur l'identification d'une localité inconnue, nous dirons pour notre excuse que, si notre supposition est juste, elle permet d'affirmer que la circoncision était pratiquée sur tout le versant oriental de la région isthmique, depuis le rio Panuco jusqu'au Honduras.

(5) Déc. IV, L. IX, ch. 7, p, 187, où il dit que la circoncision était également pratiquée dans la province de Cueztxatlá. Ce dernier nom désigne évidemment le Cuextlaxtlan habité par les Totonacs.

(6) *Conq. de Méjico*, p. 305 de l'édit. de Vedia.

(7) *Relación*, t. VI, p. 35 de *Colección de documentos inéditos relativos al descubrimiento, conquista y colonización de las posesiones españolas en America*, publiées par Pacheco et d'autres. Madrid, in-8. « En 1563, à Cerori, y est-il dit, des idolâtres circoncirent quatre jeunes garçons de douze ans et plus, selon la coutume judaïque, et ils sacrifièrent le sang qui en coula à une idole de pierre ronde, nommée Izelaca, ayant une face devant, une derrière, avec beaucoup d'yeux. On disait que ce dieu savait le présent, le passé et voyait toutes choses. »

des Guanajas (1), îlots situés au nord de ce pays ; enfin en Nicaragua, selon Las Casas (2). Toutes ces affirmations parfaitement concordantes nous semblent devoir l'emporter sur les négations de Landa (3) et de Cogolludo (4). La contradiction d'ailleurs est peut-être plus apparente que réelle, car Gomara (5) avoue que les Yucatecs n'étaient pas tous circoncis. Chez les Zapotecs, il n'y avait que quelques *vigas* ou prêtres qui le fussent (6).

Quant aux Culuas, le licencié Zuazo écrivait en 1521 (7) que les accoucheuses ne déposaient pas à terre le nouveau-né avant de lui avoir coupé le cordon ombilical et fait sur le corps certaines marques. On le lavait trois fois, après quoi on le portait au temple pour le présenter aux prêtres avec des offrandes et des discours. Au bout de deux, trois, cinq années ou plus, au gré des parents, il était circoncis à la manière des Juifs ou des Musulmans. Au reste il n'y avait pas de règle fixe, et le P. D. Duran affirme que le délai n'était pas si long. D'après cet auteur, c'était le premier jour du quatrième mois de l'année mexicaine, appelé *hueytozoztly* (la grande saignée) (8), et commençant

(1) *De orbe novo*, Déc. IV, L. V, p. 25 de l'édit. de 1892.

(2) « Quelques-uns d'entre eux (les Indiens), et non pas tous, étaient circoncis; on ne sait s'ils le faisaient rituellement ou pour d'autres raisons. Plus commune était la circoncision dans la province de Nicaragua, quoique l'ablation du prépuce ne fût pas, que nous sachions, complète. Je n'ai pas entendu dire que la circoncision fût en usage dans une autre partie des Indes. » (*Apol. hist.*, ch. 241, cité par Kingsborough, dans son t. VIII notes, p. 142.) La fin de ce passage est en contradiction avec ce que le même auteur dit dans son chap. 175. (Voy. plus haut p. 179.)

(3) *Relat. de Yacatan*, p. 162.

(4) *Hist. de Yucathan*, L. IV, ch. 6, p. 101.

(5) *Hist. de las Indias*, pp. 184, 186 de l'édit. Vedia.

(6) Davila Padilla, *Hist. de la prov. de Santiago*, L. II, ch. 88, pp. 790-1, de la 1re édit.

(7) Lettre, datée de Cuba, le 14 novembre 1521, dans *Col. de docum.* édit. par Icazbalceta, t. I, p. 364.

(8) Duran (*Hist. de las Indias*, t. II, p. 276) traduit ce mot par *gran punzada* (grande piqûre), tandis que Torquemada (*Mon. ind.*, L. X, ch. 13, p. 255 du t. II) le rend par *gran vela* (grande veille, vigile), tout en rapportant que, pour cette fête, on se piquait les oreilles et le bas des jambes. C'est probablement à cause de cette saignée que Duran a traduit *tozoztly*

selon lui le 30 avril (1), que toutes les femmes ayant accouché l'année précédente se rendaient à tous les oratoires de la localité, puis au temple pour être purifiées. Chacune était précédée d'un homme et d'une femme qui portaient, celui-là un flambeau, celle-ci le nouveau-né. Quelque petit que fût ce dernier, il était présenté au prêtre du grand temple de Huitzilopochtli qui le prenait et lui perçait l'oreille et de plus l'extrémité du prépuce avec un couteau d'obsidienne apporté par la mère. La piqûre était si légère que le sang coulait à peine. A cette occasion un nom était donné à l'enfant.

Le P. Duran voit dans cette cérémonie une sorte de circoncision (2) ; mais celle-ci n'étant pas suffisamment caractérisée, de Tovar (3) et Herrera (4) disent seulement que l'on tirait du sang des oreilles et du membre viril des nouveaux-nés.

Les cérémonies coexistantes du baptême et de la circoncision étaient fondées, croyons-nous, sur le désir de concilier l'ancienne avec la nouvelle Loi, en observant les prescriptions de l'une sans abandonner celles de l'autre. C'était en effet une tendance générale des disciples des anciens Papas, et c'est elle qui, au temps de Cortés, portait les néophytes mexicains à continuer, comme au temps du paganisme, à offrir sur les autels : des colombes et des cailles aussi bien que de la cire et de l'encens le jour de l'Épiphanie ; du maïs, des étoffes, des vivres, pain, poules, cacao, pour la fête des morts (5) ; c'est évidemment par suite de la même tendance à archaïser que Quetzalcoatl,

par piqûre, mais l'étymologie doit être plutôt celle que donne Torquemada, car dans d'autres passages des composés de ce mot, *yxtoçoztly* (Duran, t. II, p. 182) et *ixtotzoztly* (id., *ibid.*, p. 30) sont rendus par *velar, estar en vela.*

(1) Le 5 avril, selon Torquemada (*loc. cit.*, p. 253).

(2) *Hist. de las Indias*, t. II, pp. 276, 277 et 116. — Cfr Sahagun, *Hist. gén.*, L. II, ch. 23, p. 94 de la trad. franç.

(3) *Origen de los Indios*, p. 116.

(4) Déc. III, L. II, ch. 17, p. 72.

(5) Motolinia, *Hist. de los Indios*, L. I, ch. 13, pp. 70, 72.

tout en interdisant les sacrifices humains (1), permit à ses sectateurs d'offrir à Dieu des fleurs, des papillons, des serpents, du gibier (2) ; pour tranquilliser les âmes timorées qui croyaient ne pouvoir apaiser la divinité sans de sanglantes immolations, il leur permit de se tirer du sang à eux-mêmes, comme on le faisait chez les anciens Gaulois (3) ; il leur en donna l'exemple en perçant sa propre

(1) Quezalquate... les mandaba que no matasen hombres, sino que al criador del sol y del cielo le hiciesen casas á do le ofreciesen codornices y otras cosas de caza, é no se hiciesen mal unos á otros ni quisiesen mal (A. de Tapia, *Relación*, p. 574 du t. II de la 1re *Colección* d'Icazbalceta). — Quetzalcouatl... virgen, como ellos dicen... instituidor del ayuno... y de que no sacrificasen sino codornices, palomas y cosas de caza (Gomara, *Conq. de Méj.*, édit. de Vedia, p. 327). — A este (Queçalcoatl) canonizaron... por tres razones: ... la segunda porque nunca quiso ni admitió sacrificios de sangre de hombres ni de animales, sino solamente de pan y de rosas, y flores, y perfumes, y olores; la tercera, porque vedaba y prohibia con mucha eficacia las guerras, robes y muertes, y otros daños que los hiciesen unos á otros ;... loáse tambien mucho dél que fue castisimo y honestisimo (Las Casas, *Apolog. hist.*, ch. 122, pp. 449, 450 des extraits cités plus haut p. 175, note 2). — No se atrevia él (Quetzalcoatl) jamas á sacrificar á los hombres nacidos en Tula, porque él amaba muchisimo á ellos vasallos; él siempre solo sacrificaba las viboras, aves y mariposas que habia cazado en el valle (*Anales de Cuauhtitlan*, texte nahua et trad. espagnole, p. 17 de l'édit. citée plus haut, p. 168, note 1. — Cfr A. Chavero, dans *Apendice* au t. II de *Hist. de las Indias* de D. Duran, p. 71).

(2) Ces diverses sortes d'offrandes ne sont pas toutes aussi étrangères au culte catholique qu'elles le paraissent, étant aujourd'hui pour la plupart tombées en désuétude. Autrefois les oblations consistaient non seulement en pain, en vin, en cierges, en fleurs, en pièces de monnaie, mais encore en œufs (Du Cange, *Gloss. infimae latinitatis*, aux mots *candela, cereus, ovum*), et même en volatiles, comme chez les Juifs. En 1665, lors de la canonisation de saint François de Sales, l'abbé Nicaise fut chargé de porter à l'offerte deux colombes blanches dans un panier d'argent (F. Choiset, dans *Bulletin d'hist. et d'archéol. relig. du diocèse de Dijon*, 14e année, 1896, 1re livraison, in-8, p. 12.)

(3) Gentes superbae, superstitiosae, aliquando etiam immanes adeo ut hominem optimam et gratissimam diis victimam caederent. Manent vestigia feritatis jam abolitae, atque ut ab ultimis caedibus temperant, ita nihilominus, ubi devotos altaribus admovere, delibant (Pomponius Mela, *De situ orbis*, L. III, ch. 2). — Il y a plus : on peut signaler chez les Gaëls, aussi bien que chez les Mexicains, des suicides religieux (Sahagun, *Hist. gén*, L. III, ch. 10, p. 216 de la trad. franç. — *Hist. de los Mexicanos por sus pinturas*, édit. de 1891, p. 242. — Pour les Celtes, les sources sont citées dans notre mém. sur *L'Élysée des Mexicains*, p. 18).

chair langue, oreilles, mollets, avec des épines d'agavé (1).

« Ce n'était pas pour servir le démon, dit Motolinia (2), mais pour faire pénitence des péchés de la parole et de l'ouïe ; pratiques que plus tard le démon appliqua à son propre culte. » Ces réflexions semblent indiquer que dans la pensée du pieux franciscain les saignées rituelles n'étaient pas d'origine païenne. Il est possible en effet que, par excès de zèle, des néophytes barbares les aient admises au même titre que la haire et la discipline, tout comme des Papas fanatiques se mutilaient à la manière d'Origène (3).

### III. CONFESSION. MACÉRATIONS.

Le Papa Quetzalcoatl du IXe siècle est partout donné comme grand pénitent, comme zélé jeûneur, comme très chaste et abstinent (4), qualités que ne devaient pas beaucoup priser ses adversaires, les adorateurs de *Tlacolteotl*, la Vénus mexicaine (5), et de *Chantico* l'intem-

(1) Dicono que (Quetzalcoatl-Topilzin) sacrificó se medesimo, cavando il propio sangue con spine ed altre sorti di penitenza (Explic. du *Codex Vaticanus n° 3738*, dans le t. V, p. 168 des *Ant. of Mexico* de Kingsborough. — Sahagun, *Hist gén*, L. III, ch. III, p. 208 de la trad. franç. — *Hist. de los Mex. por sus pinturas*, pp. 236, 237 de l'éd. de 1891.— *An. de Cuauhtitlan*, p. 15. — Gomara, *Conq. de Méjico*, p. 337 de l'édit. de Vedia. — Mendieta, *Hist. ecles. indiana*, L. II, ch. 33, p. 146. — Torquemada, *Mon. indiana*, L. IX, ch. 31, p. 221 du t. II).

(2) *Hist. de los Indios*, p. 10.

(3) Las Casas, *Apol. hist.*, ch. 174 et 189, extraits dans le t. VIII notes, pp. 134, 135 des *Ant. of Mex.* de Kingsb. — Gomara, *Hist. de las Indias*, p. 284 de l'éd. de Vedia. — Palacio, *Rel.*, p. 35 du t. VI des *Docum. ined. de Indias*. — D. Landa. *Rel. de Yucatan*, p. 162.

(4) Loáse [Quetzalcoatl] tambien mucho dél que fué castisimo y honestisimo y en muchas cosas moderatisimo (Las Casas, *Apol. hist.*, ch. 122, p. 450 des extraits à la fin du t. V de son *Hist. gén.*).— Instituidor del ayuno (Gomara, *Conq. de Méj.*, p. 327 de l'éd. de Vedia). — Era hombre muy austinente y ayunador ; bibia castamente y muy penitenciero (Duran, *Hist. de las Indias*, t. II, p. 73). — Este Quetzalcoatl no fué casado, ántes dicen que vivió honesta-y castamente (Mendieta, *Hist. ecles. indiana*, L. II, ch. 33, p. 146).

(5) Sahagun, *Hist. gén.*, L. I, ch. 12, p. 22 de la trad. franç.—Torquemada, *Mon. ind.*, L. VI, ch. 22, 44, pp. 69, 79 du t. II.

pérant (1). Néanmoins, pour le noircir, ils ne trouvèrent rien de mieux que de tendre des pièges à sa vertu ; et qu'ils aient réussi ou non à lui faire violer ses vœux de continence, ils l'accusèrent d'avoir fait brèche à la chasteté et à la sobriété (2). Ils allèrent jusqu'à faire de lui le génie de la vérole, en le représentant avec des tumeurs sur le nez (3) et en le confondant avec le dieu Quetzalcoatl, qui était père de Nanauatzin, le vérolé (4), et dont l'idole à tête d'oiseau avait des verrues sur le bec (5). Peut-être n'y avait-il là qu'une association d'idées fort naturelle, car ces particularités peuvent servir de trait d'union à deux légendes qui jusqu'ici restaient isolées : d'après l'*Histoire des Mexicains par leurs peintures* (6), le dieu Quetzalcoatl jeûna et se tira du sang avant de précipiter dans un brasier son fils inconçu, afin de procurer aux hommes le soleil qui les éclaire. D'autre part Nanauatzin, à ce que rapporte Sahagun (7), après s'être percé le corps avec des piquants d'agavé, se lança dans un brasier d'où il sortit comme soleil. Il s'agit sans doute ici du fils inconçu et innommé du dieu Quetzalcoatl, et sa physionomie a dû déteindre sur celle que la réaction païenne attribua bien gratuitement au Papa Quetzalcoatl : de ce que celui-ci s'était sacrifié comme celui-là pour éclairer le monde, il ne s'ensuit pas qu'il fût comme lui bourgeonné.

Ce dernier fut le propagateur des rites et des cérémo-

(1) *Codex Vaticanus n° 3738*, p. 188 du t. V de Kingsborough. — Sahagun, *Hist. gén.*, append. du L. II, p. 178 de la trad. franç. — Torquemada, *Mon. ind.*, L. VIII, ch. 13, p. 151 du t. II.

(2) Sahagun, *op. cit.*, L. III, ch. 5, pp. 211-2. — *An. de Cuauhtitlan*, pp. 17-20. — Duran, *Hist. de las Indias*, t. II, p. 79. — Torquemada, *Mon. ind.*, L. VI, ch. 4, p. 49.

(3) *An. de Cuauhtitlan*, p. 18. — Duran, *op. cit.*, pp. 73, 123 du t. II ; cfr l'*Album*, Part II, pl. 1 A.

(4) En nahua, *nanauatl* signifie mal vénérien ; avec la particule révérentielle *tzin*, il forme le nom de l'idole.

(5) Duran, *op. cit.*, t. II, p. 119. Cfr l'*Album*, Part. II, pl. 6.

(6) P. 236 de l'édit. de 1891.

(7) *Hist. gén.*, L. VII, ch. 1, pp. 479-480 de la trad. franç.

nies qui étaient en usage au Mexique lors de la conquête espagnole (1). Torquemada affirme que les *Quequetzalcohuas* (2) ou religieux de Quetzalcoatl (3) menaient une vie de pénitence en mémoire de Quetzalcoatl, qui passait pour en avoir donné l'exemple et l'avoir enseignée à ses disciples (4). A la vérité, la confession n'est pas expressément citée parmi les pratiques du culte introduit par lui dans la Nouvelle-Espagne, mais outre que, dans le langage des religieux par qui nous ont été transmis ces renseignements, elle est une partie essentielle du sacrement de pénitence, on ne risque guère de se tromper en faisant remonter à cet évangélisateur, de même qu'à Cuculcan (5), son sosie ou son disciple yucatec, la confession dont on a également constaté l'existence précolombienne non seulement chez les Mexicains et les Mayas du Yucatan, mais encore chez les Totonacs, les habitants de Chiapa, leurs voisins de l'est, les Indiens de Vera-Paz, les Chorotecs et les Mixtecs.

Chez les Totonacs, dit le P. H. Roman (6), « la confession vocale (7) était en usage et se faisait de la manière suivante : chacun, se retirant dans un coin de sa maison, se plaçait les mains dans une attitude de grande tristesse et componction, les tordait parfois, passait les doigts les uns dans les autres, pleurait. Ceux qui ne pouvaient verser des larmes s'affligeaient et gémissaient ; tels allaient

(1) Duran, *Hist. de las Indias*, t. II, pp. 72, 77.

(2) Pluriel de Quetzalcoatl, formé par la réduplication de la syllabe initiale.

(3) Torquemada, *Mon. ind.*, L. VII, ch. 24, p. 52 du t. II.

(4) Id., *ibid.*, L. IX, ch. 31, p. 221 du t. II. — Cfr Expl. du *Codex Vaticanus n° 3738*, dans le t. V de Kingsborough, p. 177.

(5) El principal dellos se llamaba Cocolcan...., los quales mandaban que se confesasen las gentes y ayunasen, y que algunos ayunaban al viérnes, porque habia muerto aquel dia Bacab [le fils de Dieu le père et de la vierge], y tiene por nombre aquel dia *himis*. (Las Casas, *Apol. hist.*, ch. 123, pp. 454-5 du t. V de son *Hist. gén.*, édit. de Madrid.)

(6) *Republicas del mundo*, T. III, f° 145, r° et v°.

(7) Différente des confessions mentale, publique, écrite ou auriculaire, en ce qu'elle devait être faite à haute voix, sans que ce fût nécessairement en public ou à l'oreille d'un prêtre.

dans les montagnes, d'autres aux fontaines, aux rivières, aux temples ; en ces lieux chacun confessait aux dieux tous les péchés et les mauvaises actions qu'il avait commises. Ils le faisaient avec tous les signes de contrition que l'on pourrait attendre d'un dévot chrétien. On acquit la certitude que dans le Chiapa les indigènes confessaient leurs péchés au vrai Dieu (1) ; l'évêque de ce diocèse [B. de Las Casas] rapporte même, dans son *Apologia*, que quelques-uns s'accusaient d'avoir adoré les idoles, et ils s'en excusaient sur la terreur que leur causait le démon et sur la coutume de leurs ancêtres. Ils faisaient cette cette confession deux fois par an, à des dates déterminées ; et les jours où avait lieu cet acte religieux, ils ne riaient jamais et ne prenaient aucun passe-temps, mais ils se livraient exclusivement aux larmes et aux lamentations. En langue mexicaine, cette confession était appelée *moyolcuyta* (2) ». — Dans une contrée voisine de Chiapa, en Vera-Paz, « quiconque tombait malade confessait de suite ses péchés, soit au médecin qui le traitait, soit au prêtre ou sorcier qui, pour des motifs superstitieux, comptait les jours ; ou bien les enfants se confessaient à leur père, la femme à son mari, le mari à sa femme ou à l'un de ses parents (3) ».

« Les Yucatecs, dit Landa, savaient naturellement quand ils faisaient mal et, persuadés que la mort, les infirmités et les revers étaient causés par le péché, ils avaient coutume de se confesser ; et quand ils en avaient l'idée, ils le faisaient de la manière suivante : lorsque la maladie ou d'autres causes les mettaient en danger de mort, ils confessaient leurs péchés ; mais s'ils n'y pen-

(1) Herrera (Déc. IV, L. X, ch. 11, p. 221) affirme notamment que les futurs époux, au moment de se marier, devaient se confesser devant le Papa.

(2) En nahua *mo*, pronom réfléchi de la troisième personne, et *yolcuitia*, le tout signifiant : se confesser.

(3) Las Casas, *Apol. hist.*, citée par Kingsborough, *Ant. of Mex.*, t. VIII notes, pp. 138-9.— Cfr Torquemada (*Mon. ind.*, L. XII, ch. 11, p. 392 du t. II), qui ajoute que les jours comptés par le sorcier étaient ceux de la maladie.

saient pas, leurs plus proches parents ou amis les avertissaient. Ainsi, ils disaient publiquement leurs péchés au prêtre s'il était présent, sinon à leur père et à leur mère, la femme à son mari, le mari à sa femme. Les fautes dont ils s'accusaient communément étaient le vol, l'homicide, l'œuvre de chair, le faux témoignage; après quoi ils se croyaient sauvés. S'ils en relevaient, bien souvent le mari et la femme se querellaient entre eux pour les torts qu'ils s'étaient faits, et avec ceux qui les avaient causés (1). » Lors du baptême, le prêtre demandait aux enfants les plus âgés s'ils s'étaient rendus coupables de quelque obscénité et, si c'était le cas, ils s'en confessaient et étaient placés à part (2). — En Guatemala, quand une femme était en travail d'enfant, on lui faisait dire ses péchés; si elle n'accouchait toujours pas, il fallait que le mari se confessât (3) et, si ce n'était pas suffisant, qu'il se perçât les oreilles et la langue (4). — C'est probablement au même cas que s'applique le passage suivant d'un écrivain anonyme (5) : « Les vieilles sorcières, qui étaient également accoucheuses, disaient aux femmes dont la parturition était laborieuse qu'elles ne pourraient être délivrées si elles ne déclaraient préalablement à combien d'hommes elles avaient eu affaire. Si la mère ou l'enfant mourait pendant les couches, on la soupçonnait de n'avoir pas avoué tout ce qu'elle avait fait. » — Dans son *Histoire de la province dominicaine de Chiapa et Guatemala*, le P. Antonio de Remesal, après avoir mentionné

(1) *Rel. du Yucatan*, pp. 154-5.

(2) Id., *ibid.*, p. 150. — Cfr Antonio de Remesal, *Historia de la provincia de S. Vicente de Chyapa y Guatemala de la orden de nro glorioso padre Sancto Domingo*, in-f. p. 246. Madrid, 1619.

(3) La dystocie était sans doute regardée comme le châtiment de fautes commises par les époux ou l'un d'eux. On les mettait successivement à l'épreuve et, si elle persistait, le mari était astreint à une effusion de sang pour apaiser les dieux.

(4) Palacio, *Rel. de la provincia de Guatemala*, p. 32 du t. VI de *Doc. inéd. de Indias*. Cfr *ibid.*, pp. 11-12.

(5) Cité par Kingsborough, *Ant. of Mex.*, t. VIII notes, p. 139.

une relation portant que la confession vocale en usage chez les Indiens ressemblait quelque peu au sacrement de la pénitence et à d'autres cérémonies de l'Église, ajoute : « Comme le démon singe la divinité, il veut être servi de la même manière que le vrai Dieu; mais, comme la vérité manque à ses sujets, leurs pratiques ne sont que vaine superstition (1). » — De l'enquête faite en 1538 chez les Indiens de Nicaragua par Francisco de Bobadilla, provincial de l'ordre de la Merci, il résulte que les personnes ayant atteint ou dépassé l'âge de nubilité avouaient leurs fautes à un vieillard non marié qui avait pour insigne une calebasse suspendue au cou; cette confession auriculaire ne devait pas être révélée et la pénitence consistait à nettoyer les temples et à y porter du combustible (2). Dans une tribu du même pays, chez les Chorotecs, les prêtres étaient tous mariés, sauf ceux qui recevaient les confessions; ils imposaient des pénitences selon le péché, dont ils devaient garder le secret sous peine de châtiment (3).

Si nous retournons vers le nord, nous trouvons chez les Mixtecs une coutume analogue : les malades confessaient tous leurs péchés à un prêtre qui leur ordonnait de réparer le mal commis, de payer leurs dettes et de restituer les objets volés (4). En descendant vers le littoral de l'océan Pacifique, nous avons à signaler, dans le pays des Huavis, un curieux groupe sculpté qui peut servir d'illustration à ce que les écrivains espagnols rapportent de la confession précolombienne. « A quatre lieues de Tehuantepec, dit le P. Francisco Burgoa, est une autre localité

(1) *Op. cit.*, p. 246.

(2) Oviedo, *Hist. gen. de las Indias*, t. IV, pp. 55-6. — Confesaban al Papa las cosas que tenian por pecados (Herrera, *Déc.* III, L. V, ch. 12, p. 170).

(3) Gomara, *Hist. de las Indias*, p. 284 de l'édit. de Vedia. — Herrera dit au contraire, par erreur, que les confesseurs, seuls parmi les prêtres, étaient mariés (Déc. III, L. IV, ch. 7, p. 121).

(4) Sahagun, *Hist. gén.*, L. VI, ch. 7, p. 343 de la trad. franç.

que les indigènes appellent en leur langue *Guixipecocha* (1), et qui est aujourd'hui le pueblo de la Magdalena ; là s'élève dans la plaine un rocher de 15 à 20 statures [25m à 30m], vers le sommet duquel on voit entre les anfractuosités, à deux cents pas de distance, une prodigieuse figure d'une ancienneté immémoriale : c'est une statue de religieux en habit blanc comme le nôtre (2), assis sur un siège à dossier, le capuchon sur la tête, la main sur la joue, le visage tourné à droite et, à sa gauche, une Indienne, vêtue comme celles d'aujourd'hui, de la mante blanche, couverte jusqu'à la tête et agenouillée, comme on le fait actuellement en se confessant (3). » Le P. Gregorio García dit à propos du même groupe : il y a vers le nord du territoire de Tehuantepec, « sur un grand et haut rocher baigné par la lumière du soleil levant, une chose mystérieuse que j'ai vue, comme beaucoup d'autres religieux et séculiers, ainsi que tous les Indiens : c'est l'image vivante, faite de temps immémorial par la nature, d'un frère dominicain avec sa couronne de cheveux et, à ses pieds, une Indienne couverte d'une grande pièce d'étoffe comme une mante, dans l'attitude de la confession. Les Indiens lui apportaient des offrandes, et ils dirent aux premiers religieux qui leur parlèrent de la confession, que cette figure en était la représentation (4). » Le même

(1) Manuel Martinez Gracida (*El rey Cosijoeza*, in-8, pp. 72, 165 et 173, Mexico 1888) décompose ainsi ce nom : *Guixe* mont, *pe* apocope de *penne* homme, *coo* qui émet, *cha* aphérèse de *ticha* parole ; le tout signifiant le prêcheur ou le prophète. — Comme les Wabis ou Huavis, peuplade du Soconusco et du littoral de la Mixtèque, passaient pour être originaires du Nicaragua (Fr. Burgoa, *Descripción geográphica de la América setentrional*, t. II, part. II, f° 396) ou du Guatemala (Orozco y Berra, *Geográfia de las lenguas de México*, 1864, in-4, pp. 44, 74), on peut rapprocher Guixipecocha du vieillard vêtu d'une longue robe bleue et coiffé d'une mitre qui apparut sur les rives du lac Guixa, aux confins du San Salvador et du Guatemala (Brasseur de Bourbourg, *Hist. des nations civilisées du Mexique*, t. II, p. 81).

(2) Burgoa, mort en 1681, était de l'ordre de saint Dominique.

(3) Burgoa, *Descr. geog.*, t. II, part. 2, ch. 172, cité par Orozco y Berra, *Hist. ant.*, t. II, p. 191.

(4) *Predicacion del Evangelio en el Nuevo Mundo, viviendo los*

auteur ajoute que les gens du pays appelaient cette image *Fray Peña* (Frère roc), et qu'il ne peut la regarder comme l'œuvre de la nature ou du démon, mais bien comme le portrait de quelque ancien évangélisateur.

On a beaucoup plus détails sur le sujet pour le plateau de l'Anahuac. Les Papas de Quetzalcoatl n'y avaient séjourné que peu d'années, mais leurs coreligionnaires les Tlailotlacs et les Tecpantlacs s'y étaient établis postérieurement et avaient restauré l'ancien culte ; aussi la confession y était-elle encore pratiquée au temps de Montezuma II. Elle était simplement mentale pour les pensées et les actes charnels, que l'on avouait à la Vénus mexicaine, *Tlacolteotl,* pour en obtenir le pardon. Les autres péchés devaient être révélés à un prêtre, en présence de *Yoalli Ehecatl* (Esprit nocturne) ou Tezcatlipoca. Le pénitent, après avoir promis de ne rien céler, commençait à énumérer ses péchés, avec ordre et clarté, sans se presser. Pour en obtenir rémission, il se soumettait à diverses pénitences, comme le jeûne, l'effusion de sang tiré de la langue et des oreilles, les offrandes aux images des dieux, moyennant quoi il prétendait se soustraire même aux punitions temporelles. Mais il devait s'astreindre à ne pas récidiver, car il n'y avait pas d'absolution pour les rechutes. Aussi attendait-on la vieillesse pour se confesser des péchés dont il était le plus difficile de s'abstenir. La discrétion était d'ailleurs imposée au prêtre (1). De même, il fallait se confesser au médecin ou au devin que l'on consultait pour être guéri d'une maladie ou avoir des enfants (2). Les prêtres chargés de présider à la créma-

*Apostoles*. Baeça, 1628, in-8, L. V, ch. 10, extrait dans le t. VIII notes, p. 49 des *Ant. of Mex.* de Kingsborough.

(1) Sahagun, *Hist. gén.*, L. I, ch. 12, pp. 22-27 de la trad. franç. Voyez *ibid.*, L. VI, ch. 7, pp. 339-343) les curieuses prières et les discours prononcés à l'occasion de la confession. — Mendieta, *Hist. ecl. indiana,* L. II, ch. 19, p. 108.

(2) Mendieta, *ibid.*, L. III, ch. 41, p. 281.

tion s'y préparaient par le jeûne « et devaient se confesser », comme font nos prêtres pour dire la messe (1).

Le P. D. Duran affirme que, le 26 octobre (2), tous, grands et petits, se baignaient dans les ruisseaux et, par là, croyaient être lavés des péchés véniels qu'ils avaient commis dans l'année et préservés des maladies contagieuses (vérole, lèpre, éléphantiasis), qui en auraient été le châtiment. « Si nous avons bien compris, ajoute le même auteur, cette purification ne servait que pour les fautes légères et les péchés véniels ; mais, pour ceux qui avaient sur la conscience de grave délits, il y avait en ce même jour une autre sorte de confession très ressemblante à celle de la loi de Moïse, dans laquelle on faisait l'aveu public de ses péchés, mais sans spécifier, en faisant certaines offrandes pour déclarer en général que l'on avait péché. De même, les Indiens faisaient en ce jour une confession, extérieure en ce qu'ils avouaient leur culpabilité et manifestaient le nombre de leurs péchés, mais secrète en ce qu'ils ne les énonçaient pas... Quand ils avaient volé ou forniqué ou tué ou autrement contrevenu aux préceptes de leur religion, il leur était prescrit de faire en ce jour un examen de conscience, et autant ils avaient commis de péchés, autant ils devaient réunir de brins de paille d'une palme de longueur, de ceux dont ils se servaient pour faire des balais ; ainsi munis, ils allaient au temple à la même heure que les autres s'y rendaient pour se laver et, accroupis (devant l'image de la déesse Xochiquetzal), ils se perçaient la langue de part en part avec une lancette, puis ils passaient les brins de paille un à un par l'ouverture et, au fur et à mesure qu'ils les tiraient

(1) Explic. du *Codex Vaticanus* n° *3748*, p. 201 du t. X de Kingsbourgh.

(2) *Hist. de las Indias*, t. II, p. 195.— D'après Torquemada (*Mon. ind.*, L. X, ch. 33, p. 296 du t. II), c'était dans la vingtaine de *hueytoçoztli*, dont il a déjà été question (voy. plus haut, p. 181) et qui correspondait selon lui à notre mois d'avril, que tous, prêtres, grands et hommes du peuple, après avoir jeûné, allaient se confesser aux dieux dans les temples et se tiraient du sang de diverses parties du corps.

ensanglantés, ils les jetaient devant l'idole, de sorte que si dix, vingt pailles étaient jetées, les assistants savaient que dix, vingt péchés avaient été commis, mais ils ignoraient la nature de ceux-ci. Après s'être ainsi confessés devant les idoles et les prêtres, les pénitents allaient immédiatement se laver comme les autres et manger de la nourriture susmentionnée (1). Il y avait un grand nombre d'hommes et de femmes qui se confessaient ainsi. Quand ils avaient fini, les pailles ensanglantées étaient recueillies par les prêtres qui allaient les brûler au feu sacré. Par là, ils se croyaient purifiés et pardonnés de leurs fautes et péchés, avec autant de foi que nous en avons pour le sacrement de la pénitence. Telle était leur manière de se confesser ; elle n'était pas vocale (2) comme quelques-uns l'ont prétendu (3). » Les analogies de ces pratiques et de beaucoup d'autres avec celles du christianisme portaient notre auteur à admettre une évangélisation précolombienne et à l'attribuer à Topiltzin ; mais il n'osait affirmer qu'elles ne fussent pas dues à une influence démoniaque (4).

Il dit ailleurs : « Après la cérémonie des ablutions par lesquelles tous pensaient avoir obtenu le pardon et la rémission de leurs péchés, ils allaient manger le *tzoalli* qui fut toujours regardé comme les os et la chair de Dieu... C'est

(1) Voyez le passage suivant, qui est en effet placé avant celui-ci dans le texte du P. Duran.

(2) La qualification de *vocale*, employée par H. Roman et Remesal (voy. plus haut, pp. 186, 189), peut s'appliquer à une confession faite à Dieu sans l'intervention du prêtre ; l'épithète d'*auriculaire* (Sahagun, *Hist. univ.*, L. VI, ch. 7 p. 367 du t. V de Kingsborough) doit être réservée pour celle qui était faite secrètement à l'oreille d'un prêtre (Oviedo, cité plus haut, p. 189). On peut appeler publique celle qui était faite, même mentalement, en présence de tous les assistants. — Les contradictions des écrivains cités plus haut sont peut-être plus apparentes que réelles, s'appliquant à des peuples différents qui ne procédaient pas tous de la même manière.

(3) Duran, *Hist. de las Indias*, t. II, pp. 196-8.

(4) La pl. I, part. II de son *Album* représente sept groupes de deux personnages dont l'un est agenouillé devant l'autre qui est accroupi et qui a l'air d'être un confesseur.

un pain que les indigènes font de graine de blette et de maïs pétrie avec du miel noir, et qu'ils mangent encore par gourmandise et comme mets estimé chez eux. Anciennement on tenait cette pâte en grande révérence et c'était la matière avec laquelle on faisait des idoles que l'on adorait et auxquelles on offrait des sacrifices. Après les cérémonies ordinaires, on les mettait en morceaux que l'on se partageait et que l'on recevait comme la chair de Dieu. On communiait de la sorte toutes les fois que l'on avait préalablement fait des ablutions par ordre des prêtres ; et c'était un cas fort ordinaire, car si une personne allait faire part au prêtre de quelque maladie qu'elle éprouvait, elle, son fils, son conjoint, la recette qu'on leur donnait était de moudre de cette graine, d'y ajouter du maïs, de la pétrir avec du miel et, après s'être lavé et purgé de ses péchés, de manger aussitôt de ce *tzoalli* (1). »

D'autres monuments indigènes que ceux dont on a déjà parlé (2) contribuent à illustrer certaines des pratiques précolombiennes que l'on vient de décrire. Le plus beau et le mieux conservé se trouve dans les ruines des sanctuaires de l'Usumacinta, que M. D. Charnay a nommés *Villa Lorrillard* (3). Sur un linteau de pierre sont sculptés en relief deux personnages dont l'un debout tient une crosse ornementée au-dessus de la tête de l'autre qui est agenouillé devant lui et se passe à travers la langue une corde ronceuse (4). Le *Codex Tellerianus* nous offre l'image d'un pénitent qui se perce la langue (5), sujet aussi traité dans le *Codex Vaticanus n° 3738* (6), qui groupe égale-

(1) P. Duran, *Hist. de las Indias*, t. II, p. 197.

(2) Voy. plus haut, pp. 189-191, 193, note 4.

(3) Dans l'État de Chiapa où la confession était en usage comme on l'a vu p. 186.

(4) D. Charnay, *Les anciennes villes du Nouveau-Monde*, in-4, pl. 50, p. 392. Paris, 1885.— Il y a un moulage de ce linteau au Musée du Trocadéro.

(5) Part. II, pl. 3 dans le t. II des *Ant. of Mex.* de Kingsborough. — Cfr l'explication dans le t. V, p. 136.

(6) Pl. 23 dans le t. II de Kingsborough. Il est dit dans l'explication (t. V, p. 178) que cette pénitence était en l'honneur de Suquiquezal (Xochiquetzal).

ment, de chaque côté d'un encensoir en forme de pipe, deux hommes qui se percent l'un la langue, l'autre l'oreille (1). Dans l'*Album* du P. Duran on voit un fanatique qui se tire du sang des mollets (2). Quant à la confession, elle nous paraît faire le sujet des curieux bas-reliefs de *Santa-Lucia Cosumalwhuapa* (3). A la vérité, dans une seule de ces scènes le pénitent est agenouillé devant une divinité placée en face de lui (pl. v, n° 10); malheureusement la pierre est brisée au-dessus de la tête de celle-ci, de sorte que l'on ignore si elle avait, comme les autres, pour attribut le panache (*quetzalli*) de fleurs (*xochitl*) qui désigne la déesse *Xochiquetzal* (4). Dans les autres scènes les suppliants sont debout et parlent à Xochiquetzal dont le buste est placé en haut. De la bouche de chacun d'eux sort une étroite bandelette, généralement en forme de S ou de tête de crosse, qui doit (comme les légendes aboutissant à la bouche des personnages dans beaucoup de nos peintures, tapisseries et dessins du moyen âge) représenter la parole, et sur les deux côtés de laquelle on voit six à neuf traits, soit isolés, soit par groupes de deux ou trois, figurant peut-être le nombre des péchés ou des pailles ensanglantées.

### IV. COMMUNION D'HIVER ET DE PRINTEMPS.

Outre la théophagie mentionnée par le P. Duran (5), il y avait des cérémonies analogues qui rappelaient l'eucha-

(1) Pl. 77 dans le t. II de Kingsborough.

(2) Part. II, pl. 6 *c*. — Cfr le texte, t. II, p. 113.

(3) S. Habel, *The Sculptures of Santa Lucia Cosumalwhaapa in Guatemala* (extr. de *Smithsonian Contributions to Knowledge*, n° 269), in-4, pl. I, n° 2 ; pl. II, n°s 3 et 4 ; pl. III, n°s 5 et 6 ; pl. IV, n° 7 ; pl. V, n° 10. Washington City, 1878. — La ferveur et la componction sont exprimées dans ces figures barbares avec un réalisme que ne dépasserait guère l'art le plus raffiné.

(4) C'était en effet devant l'image de cette déesse que se faisait la confession mentale (voy. plus haut, pp. 192 et 194 note 6).

(5) Voy. plus haut, pp. 193-4.

ristie en quelques points essentiels ; aussi l'interprète du *Codex Vaticanus n° 3738*, celui du *Tellerianus*, Motolinia, Las Casas, Sahagun, D. Duran, Mendieta, Torquemada, Acosta, Vetancurt, ne se font-ils pas scrupule de les comparer à la communion. Elles étaient en honneur chez la plupart des peuples de la région isthmique. Commençons par les Totonacs dont le P. B. de Las Casas parle d'après les récits d'un espagnol qui, seul de sa nation, avait vécu parmi eux aux débuts de la conquête et dont le témoignage est d'autant plus précieux : « Ils avaient, dit-il, une cérémonie qui ressemblait au sacrement de la communion et à laquelle ils tenaient beaucoup, mettant en elle toute leur dévotion et leur espérance, chose vraiment merveilleuse ! De trois en trois ans, ils immolaient trois enfants, leur arrachaient le cœur et mêlaient le sang qui en coulait avec de la gomme appelée *ulli*... et avec certaines graines, les premières qu'ils récoltaient dans un jardin attenant à leurs temples. Du tout, ils faisaient une pâte dont ils se servaient pour la communion et qu'ils tenaient pour très sainte. Ils la nommaient *yoliainitlacualoz* (1), qui signifie manger de l'âme. Il était d'ordre et de règle que, de six en six mois, les hommes de vingt-cinq ans et les femmes de seize ans devaient communier. Étonnantes étaient la révérence et l'humilité avec lesquelles les prêtres administraient cette communion, mettant un petit peu de la pâte entre les lèvres de chaque personne qui l'avalait avec non moins de crainte et de dévotion. Quand la masse séchait, on la délayait avec le sang du cœur d'autres victimes. Cette même communion et superstition était pratiquée dans la province de Chiapa, notre diocèse, et nous croyons que ce rite était universel dans beaucoup de provinces lointaines de la Nouvelle-Espagne (2). »

(1) Quoique l'orthographe soit certainement défectueuse, on reconnaît facilement dans ce composé nahua les mots *yoliuani*, ce qui fait vivre, souffle, âme, et *tlacualiztli* apocopé, manducation.

(2) Las Casas, *Hist. apolog.*, ch. 175, extrait dans le t. VIII notes, pp. 121-2

Les notions de même genre qui concernent le plateau de l'Anahuac sont assez circonstanciées pour que nous puissions y distinguer plusieurs espèces de communions. « Dans beaucoup de leurs fêtes, dit Motolinia (1), ils avaient coutume de faire de petits pains de farine, et cela de différentes manières, et ils s'en servaient comme d'une sorte de chair du dieu dont ils célébraient la fête, mais ils avaient une cérémonie qui ressemblait plus particulièrement à la communion. Voici en quoi elle consistait : en novembre, après avoir récolté le maïs et les autres graines, ils faisaient avec celle d'une sorte de plante appelée *cenizo* (*Cunila gallinacea*), mêlée avec de la farine de maïs, des *tamales* qui sont des pains ronds, et les cuisaient à l'eau dans un pot; pendant ce temps, des enfants tapaient sur une sorte de tambour, fait uniquement de bois, sans cuir ni parchemin, tout en chantant et disant que ces pains se transsubstantiaient au corps de Tezcatlipoca, leur dieu ou démon principal. Ces enfants seuls en prenaient en guise de communion; les autres Indiens mangeaient la chair des victimes humaines qu'ils s'étaient procurées. »

Torquemada place en effet une cérémonie de ce genre dans la quinzième vingtaine de jours appelée *panquetzaliztli*, qui, selon lui, s'étendait du 12 novembre au 1er décembre inclus (2). Chaque année, on faisait dans le grand temple de Mexico avec des graines de blettes et d'autres plantes comestibles, moulues et pétries avec du sang d'enfants immolés, une statue de Huitzilopochtli, laquelle, après avoir été transportée sur l'autel en grande

des *Ant. of Mex.* de Kingsborough. — Résumé par Torquemada (*Mon. ind.*, L. VI, ch. 48, p. 83 du t. II), qui ajoute : « Llamaban á esta masa *toyoliaytlaquatl*, que quiere decir : manjar de nuestra vida. » — Les mots nahuas : *to* notre, *yoliatl* apocopé, âme, *i* son, *tlaquatl* manger, rendent exactement notre expression mystique : *nourriture de l'âme*, qui désigne l'eucharistie.

(1) *Hist. de los Indios*, pp. 23-24 de l'édit. d'Icazbalceta.

(2) Il ne le dit pas expressément, mais on l'induit de ce que la quatorzième vingtaine finissait le 11 novembre et que la seizième commençait le 2 décembre (*Mon. ind.*, L. X, ch. 26 et 28, pp. 280, 283 du t. II).

cérémonie, était bénite et consacrée. Le lendemain, le roi l'encensait, et un prêtre déguisé en Quetzalcohuatl la perçait avec un javelot à pointe d'obsidienne, qui la mettait en morceaux. Le cœur était arraché et offert au roi ; le reste, réparti entre les quartiers de Tlatelulco et ceux de Mexico, était distribué à tous les hommes grands et petits, même aux enfants, mais non aux femmes. « C'était leur manière de communier, qui s'appelait *teoqualo*, c'est-à-dire : Dieu est mangé (1). »

L'interprète du *Codex Vaticanus N° 3738* place également cette cérémonie dans la vingtaine de *panquetzaliztli*, qu'il fait coïncider avec le commencement de décembre. « On faisait, dit-il (2), un gâteau de farine de blette, appelé *tzoali*, et qui était béni à leur manière ; on le divisait en plusieurs morceaux que le grand-prêtre mettait dans des vases très propres, puis avec un piquant de *maguey* (agavé), qui est comme une grosse aiguille, il tirait avec beaucoup de révérence un peu de la pâte qu'il mettait dans la bouche de chacun des assistants, en manière de communion, soit que ces pauvres gens eussent été évangélisés, soit que le démon, fort envieux des honneurs rendus à Dieu, leur eût imposé cette superstition pour être adoré et servi comme Notre-Seigneur, le Christ. »

Le P. Duran, d'accord avec les auteurs précédents, dit que le premier jour de *panquetzaliztli*, correspondant selon lui au 6 décembre, on faisait avec du *tzoalli* une statue de Huitzilopochtli pour la présenter à tous ceux qui devaient être sacrifiés dans cette fête ; on s'y préparait par un jeûne

(1) *Mon. ind.*, L. VI, ch. 38; L. X, ch. 27, pp. 71-73 et 281-3 du t. II. — Ces notions sont empruntées à Sahagun (*Hist. gén.*, L. II, ch. 34 et L. III, ch. 1, § 2, pp. 153 et 203-4 de la trad. franç.), qui ne donne pas la correspondance de *panquetzaliztli* avec un mois de notre calendrier. On les a reproduites afin de faciliter la comparaison avec leur source suffisamment vulgarisée dans notre langue.

(2) P. 196 du t. V des *Ant. of Mex.* de Kingsborough. — Cfr l'explication du *Codex Tellerianus*, *ibid.*, p. 133.

volontaire de quatre jours, pendant lesquels on ne mangeait qu'une seule fois à minuit, en buvant un peu d'eau (1); mais la communion générale avait lieu lors d'une autre fête de Huitzilopochtli, la plus importante, célébrée le 10 avril, c'est-à-dire, ajoute l'auteur, « à peu près dans le mois où tombe notre Pâque fleurie (2) ». A cette occasion, les filles (3) de Huitzilopochtli, religieuses cloîtrées de douze à treize ans, qui occupaient un couvent contigu au temple de ce dieu, faisaient avec du tzoalli une idole semblable à la statue de bois qui représentait Huitzilopochtli. Après l'avoir habillée et richement ornée, on la plaçait sur une civière pour la porter en procession pendant trois à quatre heures. De retour au temple, on la hissait péniblement au sommet jusqu'à un reposoir de roses, où l'on apportait également quatre cents morceaux de *tzoalli* pétris en forme d'os. Tous les prêtres, ainsi que les représentants des dieux destinés à être immolés, se plaçaient autour, dansaient et chantaient. A la suite de cette cérémonie, les pâtes, bénites et considérées comme les os et la chair de Huitzilopochtli, « étaient révérées avec la même dévotion que l'est chez nous le Saint Sacrement », dit le P. Duran (4). Ensuite, les prisonniers de guerre, au nombre de cinquante et plus qui devaient être sacrifiés, étaient immolés et leur chair partagée entre ceux qui les avaient pris ; leur sang servait à asperger les statues des dieux, et les pâtisseries de *tzoalli* étaient alors dépecées pour être administrées par petites parcelles à tous les assistants. On en portait aussi aux malades qui en demandaient (5). Il est inutile de

(1) *Hist. de las Indias*, t. II, p. 299.

(2) Id., *ibid.*, t. II, p. 96.

(3) En nahua *ipilhuan Huitzilopochtli* (id., *ibid.*, p. 90), composé formé du nom du dieu, de *i* ses, *pilli* fille, dont la finale a été remplacée par *uan*, marque du pluriel.

(4) *Hist. de las Indias*, t. II, p. 96.

(5) Id., *ibid.*, t. II, pp. 89-96. — J. de Tobar (*Origen de los Indios*, en tête de l'édit. de Tezozomoc par Orozco y Berra, in-4, pp. 101-102, Mexico 1878 donne un résumé que J. d'Acosta (*Hist. nat. y moral de las Indias*,

répéter ce que l'on a dit (1), d'après le même auteur, de la communion qui suivait la confession. En Nicaragua, les corps des victimes humaines, sacrifiées chaque année, lors des trois principales fêtes, étaient mangés comme « une nourriture sainte et estimée (2) ».

Ce que l'on vient de rapporter prouve la véracité d'une vieille Indienne dont parle le P. Duran : « On me la donna, dit-il (3), pour versée dans sa religion, et elle avait dû être prêtresse. Elle affirmait qu'il y avait chez ses compatriotes, comme chez nous, des Pâques de Résurrection et de Nativité coïncidant avec les nôtres, ainsi que l'eucharistie ; elle me signala d'autres fêtes principales que nous célébrons également. » La Noël à laquelle il est fait allusion dans ce passage est la solennité que l'on commençait à célébrer quelques jours avant le dernier du douzième mois (4). Quoique celui-ci ne fût pas à la fin de l'année mexicaine qui en comptait dix-huit de vingt jours, il rappelait notre mois de décembre, car c'est alors qu'avait lieu une des communions dont on a parlé (5), et non seulement on faisait des cadeaux (6) à l'occasion de la descente d'un dieu nouveau-né (7), mais, de plus, le nom

pet. in-4, L. V, ch. 24, pp. 59-62, Madrid, 1792) reproduit presque mot pour mot, en disant qu'il l'emprunte à des personnes dignes de foi. — Herrera (Déc. III, L. II, ch. 17, pp. 71-72) abrège ultérieurement ce passage.

(1) Voy. plus haut, pp. 193-4.

(2) Oviedo, *Hist. gén. de las Indias*, t. IV, p. 98.

(3) Duran, *Hist. de las Indias*, t. II, p. 273.

(4) Appelé *pachtontli* (diminutif de *pachtli*) par le P. Duran qui, d'après diverses données (*Hist. de las Indias*, t. II, pp. 293, 295), le fait commencer le 7 octobre et finir le 26 du même mois. — Sahagun (*Hist. univ.*, L. II, ch. 12 et 31, pp. 29 et 70 du t. VII de Kingsborough) le nomme *teutleco*. De même chez Torquemada (*Mon. ind.*, L. X, ch. 24, p. 278 du t. II), qui le place entre le 13 septembre et le 2 octobre inclusivement.

(5) Voy. plus haut, pp. 193-4.

(6) Los mozos y muchachos que se criaban en las casas que llamaban *telpuchcalli*..... dabanles dos ó tres mazorcas. Llamaban á esto *cacalotl*, como quien dice *aguinaldo* [étrennes]. (Sahagun, *Hist. univ.*, L. II, ch. 31, p. 70 du t. VII de Kingsborough.)

(7) El Dios que llamaban *Telpuchtli* [adolescent]..... llegaba primero, porque como *mancebo* andaba más. (Id., *ibid.*)

de la fête, *teutleco* (1), venue (2) ou arrivée (3) des dieux, et celui de la vingtaine de jours (*pachtontli*, diminutif de *pachtli* (4), parasite chevelu qui croît comme le gui sur les chênes et les rouvres), font allusion à nos croyances et à nos usages. Il y a là, comme c'est souvent le cas chez les Mexicains précolombiens, de confuses réminiscences de la religion prêchée et de la civilisation propagée par les Papas : communion, étrennes, plante symbolique, dans le douzième mois, qui n'a d'ailleurs pas la même signification dans les deux calendriers ; il n'est pas jusqu'aux présents du petit Jésus et au sabot du père Noël qui ne se retrouvent dans le Nouveau Monde, sous une forme particulière : un grand plat, dans lequel les religieuses du temple de Huitzilopochtli avaient mis une grosse boule de

(1) Composé nahua de *teotl* syncopé, dieu, et *tleco* que R. Siméon (*Dict. de la langue nahuatl*, in-4, p. 638, Paris 1885) rend par monter, mais qui doit aussi avoir la signification d'*aller en haut* ou *en bas*, comme l'indiquent les explications données dans les deux notes suivantes. Il ne faut d'ailleurs pas perdre de vue que les dieux, après leur descente du ciel, étaient censés monter sur un petit tas de farine de maïs, en forme de fromage rond (montoncillo de harina redondo como un queso, dit Sahagun, *Hist. univ.*, L. II, ch. 31, p. 70 du t. VII de Kingsborough).

(2) Le P. Duran, qui à la vérité ne cite pas le terme nahua, lui donne pour équivalent les mots espagnols : *venida y nacimiento del cielo á la tierra* (*Hist. de las Indias*, t. II, pp. 194-195); *advenimiento* (*Ibid.*, t. II, p. 294).

(3) Al doceno mes llamaban *teutleco*, que quiere decir llegada ó venida de los dioses (Sahagun, *Hist. univ.*, L. II, ch. 31, p. 70 du t. VII de Kingsborough). *Teutleco*..... esta llegada de los dioses (Id., *ibid.*, et L. II, ch. 12, p. 29). — *Teotleco* quiere decir la llegada de los dioses ; y no sé por que le dieron este nombre (Torquemada, *Mon. ind.*, L. X, ch. 35, p. 299 du t. II). — Cette dernière remarque est singulière, puisque précédemment le même auteur a écrit avec une légère modification d'orthographe : « *Teutleco* quiere decir llegada de los dioses » (*Mon. ind.*, L. X, ch. 24, p. 248 du t. II). Puis il explique que Tezcatlipuca manifestait son passage par l'empreinte de ses pieds sur une couche de farine.

(4) *Pachtly* quiere decir *mal ojo* ; es una yerba que nace en los árboles y se cuelga de ellos parda, con la humedad de las aguas, especialemente se cría en los encinales y robles. (D. Duran, *Hist. de las Indias*, t. II, p. 194.) — *Pachtontli* quiere decir *mal ojuelo* ; es una yerba que nace en los árboles y se cuelga de sus ramas. (Id., *ibid.*, t. II, p. 294.) — *Pachtzintli* [autre diminutif de *pachtli*] quiere decir pequeña amusga, que es una ierva que se cría en los árboles, á manera de barbas, de color ceniciento, y es seca sin hojas, y á manera de hilo grueso, con que se cosen las albardas ..... esta ierva llamada *pachtli* ..... (Torquemada, *Mon. ind.*, L. X, ch. 35, p. 299 du t. II).

pâte de maïs (1), était placé devant la statue de Huitzilopochtli et il y restait jusqu'à ce que la pâte eût reçu, à minuit, l'empreinte du pied d'un nouveau-né (2) ; on disait alors que Huitzilopochtli était descendu sur terre, et l'on encensait et adorait la pâte miraculeuse (3). Sahagun dit (4) que l'empreinte était celle du pied de *Titlacacoan* ou *Telpochtli* (5), surnoms de Tezcatlipoca, qui est expressément désigné par Torquemada comme le *Dios mancebo* (6).

### V. ROGATIONS. ABLUTIONS NOCTURNES.

C'est en l'honneur de ce dieu que les *Tecpantlacs* (templiers) établis dans l'ancien pays des Chalcs, sur le plateau de l'Anahuac, faisaient des processions pour implorer la cessation de la sécheresse (7). La fête de Tezcatlipoca, dont l'autel à Mexico, dit le P. Duran (8), était « de même forme que dans notre sainte religion chrétienne », se célébrait toujours en mai, du 9 au 19. Elle occupait la moitié de ce mois appelé *toxcatl* (sécheresse), qui est le temps où les plantes ont le plus grand besoin d'eau; aussi cette solennité, comme nos rogations qui ont toujours lieu en mai (9), avait-elle pour but d'obtenir de la pluie. Entre autres cérémonies, on faisait une solen-

(1) Le P. Duran est seul à affirmer que le maïs était pétri (pella de masa). *Hist. de las Indias*, t. II, p. 194. — Sahagun dit que le maïs en farine était entassé sur un tapis (*Hist. univ.*, L. II, ch. 12, 31. pp. 29, 70 du t. VII de Kingsb.) ; Torquemada, que cette farine était répandue (*Mon. ind.*, L. X, ch. 24, p. 278 du t. II).

(2) *Niño* recien nacido (Duran, *loc. cit.*).

(3) Id., *ibid.*, pp. 194, 196-197, 294.

(4) *Hist. univ.*, L. II, ch. 12, 31, p. 29, 70 du t. VII de Kingsb.

(5) *Mon. ind.*, L. VI, ch. 20 ; L. IX, ch. 30, pp. 40, 220 du t. II.

(6) Id., *ibid.*, L. X, ch. 24, p. 278 du t. II.

(7) Chimalpahin, *Annales*, publiées et trad. par Rémi Siméon, in-8, Paris 1889. Relation VII, pp. 57-59.

(8) *Hist. de las Indias*, t. II, p. 99.

(9) Id., *ibid.*, t. II, pp. 99, 101-2. — Torquemada, *Mon. ind.*, L. X, ch. 14, p. 257 du t. II.

nelle procession à l'intérieur du temple et autour de l'enclos qui était fort orné à cette occasion, le sol couvert de joncs et parsemé de fleurs variées. Devant, marchaient deux prêtres qui encensaient l'image de Tezcatlipoca, élevant les bras le plus haut possible vers l'idole et vers le soleil et demandant que leurs prières montassent au ciel comme la fumée. « C'est, dit Torquemada, la même chose que prescrit l'Église quand on encense l'autel pendant le sacrifice de la messe (1). » Pendant tout le temps que durait la procession, tous les assistants munis de cordes d'agavé, longues d'une brasse et un peu grosses avec un nœud à l'extrémité, s'en donnaient de grands coups sur le dos, se meurtrissaient les chairs, en un mot « se disciplinaient comme nous faisons pendant les processions du jeudi et du vendredi saints (2) ». Après la procession il y avait, comme dans toutes les cérémonies de ce genre, des offrandes d'étoffes, de joyaux, de pierreries, de copal (encens) en grande quantité, de bois résineux, de panouilles de maïs, de cailles, conformément aux vœux qui avaient été faits dans l'année. Des cailles étaient offertes au prêtre qui leur arrachait la tête avec la main et la jetait au pied de l'autel, où le sang coulait goutte à goutte, tout comme on le faisait dans l'ancienne Loi (3), selon les prescriptions du Lévitique (4).

Chez les chrétiens d'Europe, d'autres Rogations avaient lieu avant Pâques, notamment à la mi-carême (5). De même au Mexique, le dernier jour de la troisième vingtaine appelée *tozoztontli*, qui se terminait le 29 avril, les agri-

(1) Torquemada, L. X, ch. 14, p. 258 du t. II.

(2) Id., *ibid.*

(3) Le troisième livre du *Pentateuque* (ch. I, v. 14-17) prescrit au sacrificateur d'entamer avec l'ongle la tête des tourterelles offertes et d'en épreindre le sang sur le côté de l'autel.

(4) Duran, *Hist. de las Indias*, t. II, p. 103. — Cfr Torquemada, *Mon. ind.*, L. X, ch. 14, p. 260.

(5) Du Cange, *Glossarium mediae et infimae latinitatis*, au mot *Rogationes*, t. VII de l'édit. Favre.

culteurs parcouraient la campagne avec des braseros, en répandant de l'encens et en bénissant les semailles, puis ils se rendaient au temple de la divinité des céréales et y faisaient des offrandes de copal, de gomme, de vivres et de vin d'agavé (1). — Les indigènes du Nicaragua, pour obtenir de bonnes récoltes, une température salubre, la paix, la victoire, ou pour être préservés des chenilles, des sauterelles, des inondations, de la sécheresse, des bêtes féroces et d'autres calamités, se rendaient en procession au lieu des sacrifices. Les prêtres marchaient en tête, portant en grande pompe une idole placée au bout d'une hampe de trois coudées ; les chefs et les nobles venaient ensuite, puis le peuple avec des bannières de coton multicolore où étaient peintes les images des dieux ; les infirmes seuls restaient à la maison. En arrivant au lieu désigné, on posait la hampe non sur le sol, mais sur les étoffes dont il était couvert ou sur les fleurs dont il était jonché et, pendant que les prêtres chantaient des hymnes, les jeunes gens dansaient, jouaient, faisaient de l'escrime. A un signal donné, chacun tirait sa lancette d'obsidienne et se perçait qui la langue, qui les oreilles, qui la verge, pour arroser de sang les lèvres et le visage de l'idole. La hampe était ensuite légèrement inclinée, et tous à leur tour, roi, nobles, hommes du peuple, pouvaient exposer leurs doléances aux oreilles du dieu et lui demander ses faveurs, après quoi l'on s'en retournait (2).

Quoique la Chicora, située sur le littoral à l'est des États-Unis, soit éloignée de la zone isthmique, comme elle se trouvait sur le passage des émigrants qui se rendaient du Canada au Mexique par la voie orientale et qu'elle a pu subir leur influence, nous devons parler d'une pompeuse procession qui se faisait au temps des semailles. Le

(1) Duran, *Hist. de las Indias*, t. II, pp. 274-275.

(2) P. Martyr. *De orbe novo*, Déc. VI, L. VII, pp. 260-2 du t. II de l'édit. de 1892. — Gomara, *Hist. de las Indias*, p. 284. — Oviedo, *Hist. gen.*, t. IV, p. 98 — Herrera, Déc. III, L. 4, ch. 7, p. 122.

matin de la fête, après avoir passé la nuit devant les images des dieux (un de chaque sexe), le roi, placé sur une éminence (*mound ?*), les montrait au peuple réuni qui les adorait à genoux, en poussant des cris et en implorant leur merci. Ensuite il descendait et remettait les idoles, couvertes de riches manteaux de coton et de joyaux, à deux vieillards de distinction qui les portaient à travers la campagne. Personne ne pouvait, sous peine de passer pour impie, se dispenser de suivre la procession ou même montrer de la tiédeur ou de l'indifférence. Tous étaient vêtus de leurs plus beaux habits, les uns noircis, les autres couverts de feuillage ou avec des masques de cuir (1) ; pendant que l'on chantait en marchant, les jeunes filles dansaient en chœur, les garçons se trémoussaient ; les hommes accompagnaient les idoles pendant la journée, les femmes pendant la nuit, le tout en faisant des offrandes, des prières et des encensements. Le lendemain, on reportait les dieux au temple avec les mêmes cérémonies. On espérait obtenir, par les sacrifices, la santé, la paix et la victoire ; par les larmes, de bonnes récoltes (2).

Il y a là bien des traits que l'on connaissait déjà par le récit précédent relatif au Nicaragua. Si ce n'est pas une répétition, c'est un indice de la véracité des néophytes de la Chicora que Oviedo tenait en suspicion (3). Ce ne seraient d'ailleurs pas les seules analogies entre les antiquités de l'Amérique centrale et celles des États-Unis : on

(1) Après avoir décrit cette fête, P. Martyr et Gomara parlent plus brièvement d'une autre procession annuelle à travers les champs, mais, pour ne pas se répéter, ils ajoutent qu'elle avait lieu avec les mêmes cérémonies, c'est-à-dire avec mascarade. Si l'on tient compte de ce qu'elle se terminait par l'immersion de la grossière idole que l'on avait promenée toute la journée, on verra là un pendant à nos réjouissances du carnaval.

(2) P. Martyr, *De orbe novo*, Déc. VII, L. III, pp. 294-5 du t. II de l'édit. de 1892. — Gomara, *Hist. de las Indias*, p. 179.

(3) *Hist. gen.*, t. III, pp. 626, 628. — P. Martyr, au contraire, paraît ajouter foi aux récits de Francisco de Chicora et des associés d'Ayllon. Il fait même une vigoureuse sortie contre les sceptiques (*De orbe novo*, Déc. VII, L. II, ch. 2, pp. 288-9 de l'édit. de 1892).

a récemment exhumé de mounds des bassins du Missouri, du Mississipi et de l'État de Tennessee, voisin des Carolines où on localise la mystérieuse Chicora, des gorgerins d'écaille portant des dessins de même genre que diverses peintures et sculptures du Mexique, du Guatemala et du Nicaragua (1), à tel point qu'une sérieuse et prudente étude sur ces gorgerins par W. H. Holmes se termine ainsi : « Les ressemblances sont si frappantes que le hasard ne suffit pas à les expliquer, et nous sommes forcés de conclure qu'elles sont le résultat des mêmes croyances, coutumes et civilisation que l'art du Mexique (2). » A. Chavero voit dans les figures et les signes tracés sur quelques-uns de ces gorgerins des vestiges du calendrier maya (3).

Les diverses processions dont on vient de parler ont bien des points de ressemblance avec celle des Rogations. Si l'on admet avec nous qu'elles sont des réminiscences de celles-ci, on ne sera pas surpris de ce qu'elles se soient perpétuées chez des peuplades redevenues païennes. Ne voyons-nous pas en Europe nombre de gens qui ont perdu la foi et qui continuent néanmoins à pratiquer par superstition les cérémonies catholiques qu'ils croient le plus utiles à leur prospérité temporelle? Dans beaucoup de villages par exemple, où les hommes n'assistent pas régulièrement aux offices, pas même pour les grandes fêtes, l'église en est remplie le jour de Pâques fleuries, parce qu'alors ils font bénir des rameaux qu'ils plantent ensuite dans leurs champs pour les préserver des intempéries.

(1) William H. Holmes, *Art in Shell of the Ancient Americans*, dans *Second Annual Report of the Bureau of Ethnology*, 1880-81, par W. Powell, in-4, pl. 64, 66, 73-75, et pp. 299-305. Washington 1883. — Cfr S. Habel, *The Sculptures of Santa Lucia Cosumalwhuapa*, pl. 1, fig. 1.

(2) Holmes, *loc. cit.*, p. 305.

(3) *Historia antigua y de la conquista* (formant le t. I de *México á través de los siglos*, publié sous la direction de V. Riva Palacio, gr. in-4, pp. 675-6, 737-9. Barcelone 1889.

Voici un autre emprunt des Mexicains, d'autant plus caractéristique qu'il a été fait spécialement à l'Église celtique. Les ablutions nocturnes et les bains rituels en effet, qui ne paraissent pas avoir été répandus dans le reste de la catholicité, étaient communs aux Papas des deux mondes. Saint Columba, dit l'un de ses biographes (1), « se plongeait chaque nuit dans une eau glacée et y restait tout le temps qu'il fallait pour réciter tout un psautier ». — Son contemporain, saint Scuithine, qui passait pour avoir, comme Quetzalcoatl, la faculté de marcher sur la mer, se plaçait souvent dans le tube rempli d'eau qui lui servait de baignoire (2). — Un des religieux du monastère de Melrose, fondé par les Columbites en Northumberland, « avait coutume d'aller se plonger dans les eaux de la Tweed, qui enveloppait l'enceinte monastique, pour y faire ses prières, et cela même quand la rivière était gelée et qu'il fallait percer un orifice dans la glace pour y entrer (3) ». — Un autre moine, qui devint prieur de Melrose, puis évêque de Lindisfarne (684-687), saint Cuthbert, « se préparait à l'enseignement et à l'administration des sacrements par des pénitences et des austérités extraordinaires. On montre encore çà et là des baignoires de pierre où il passait la nuit en prières, couché dans une eau glacée, selon un usage pratiqué par la plupart des saints celtiques et que [l'adversaire de leur église] Wilfrid lui-même avait trouvé bon de leur emprunter. Quand il se trouvait au bord de la mer, il allait la nuit, à l'insu de tous, se plonger jusqu'au cou dans les flots pour chanter ses vigiles (4) ».

(1) O'Donnell, L. III, ch. 37, cité par Montalembert (*Les Moines d'Occident*, L. XI, ch. 7, p. 270 du t. III de la 3e édit. in-18. Paris 1868).

(2) *On the Calendar of Oengus*, par W. Stokes, p. XXXII (cité plus haut, p. 176 note 4). — Cfr John O'Hanlon, *Lives of the Irish Saints*, t. I, pp. 34-37, in-8, Dublin (1875).

(3) Montalembert, *Op. cit.*, L. XIII, ch. 2, t. IV, pp. 86-87, d'après Beda, *Hist. eccles.*, L. V, ch. 12.

(4) Montalembert, *Op. cit.*, L. XV, ch. 1, t. IV, pp. 412-3.

De même, le Papa Quetzalcoatl « se lavait à minuit dans une fontaine qui porte le nom de *Xicapoyan*. C'est de là que les prêtres et ministres des idoles mexicaines prirent cette coutume, ainsi que la pratiquait Quetzalcoalt dans la ville de Tullan (1) ». Les *Annales de Cuauhtitlan* (2) ajoutent qu'il restait dans l'eau, assis sur des épines de rosier. Qu'on remarque cette dernière circonstance : elle ne figure pas dans la légende celtique. En Écosse et en Irlande, où il fait souvent froid, c'était une macération suffisante que de se tenir la nuit dans l'eau glaciale. Il n'en eût pas toujours été de même au Mexique : c'est sans doute pourquoi le Papa Quetzalcoatl s'asseyait dans l'eau sur un rosier épineux, afin qu'il y eût pour lui mortification et non plaisir à prendre un bain sous un ciel ardent. Son exemple fut suivi jusqu'au temps de Cortés : les enfants élevés dans le *Calmecac*, monastère de Quetzalcoatl à Mexico (3), étaient tenus de prendre des bains nocturnes, alors même qu'il faisait grand froid (4). Les rois eux-mêmes et les dignitaires, comme les prêtres, devaient après leur élection se baigner par pénitence à minuit, pendant les quatre jours qu'ils avaient à passer dans l'enceinte du temple de Huitzilopochtli (5). A Cholula, les religieux du célèbre temple de Quetzalcoatl n'étaient pas seuls à se baigner à minuit : les habitants, en entendant sonner à la même heure les conques et les tambours, se mettaient à l'eau dans leur maison et y restaient quelque temps en prières (6).

(1) Sahagun, *Hist. gén.*, L. III, ch. 3 et L. X, ch. 29, § 1, pp. 208 et 657 de la trad. franç. — Cfr Torquemada, *Mon. ind.*, L. VI, ch. 24, p. 49 du t. II.

(2) PP. 15-16.

(3) Sahagun, *Hist. gén.*, L. II, ch. 19 et L. III, ch. 9 de l'appendice, pp. 79 et 236 de la trad. franç.

(4) Id., *ibid.*, L. VI, ch. 40, p. 462. — J. de Pomar, *Relación de Tezcoco*, p. 27

(5) Sahagun, *ibid.*, L. VIII, ch. 32, p. 554.

(6) Gabriel de Rojas, *Relación de Cholula*, 1581, manuscrit dont A. F. Bandelier a édité et traduit des passages dans son *Report of an Archæolo-*

On pourrait multiplier les exemples d'analogies entre les religions des deux mondes et citer d'autres cérémonies et pratiques répandues dans l'un et dans l'autre, comme la fête des morts célébrée chez les Mixes au mois de novembre, un ou deux jours après notre Toussaint (1), les jeûnes et l'observation des quatre-temps (2), la discipline (3), les sorties des religieux cloîtrés (4), les onctions et les consécrations (5) avec un chrême dont les noms indigènes (6) rappellent singulièrement ceux qui leur correspondent en latin *(oleum)* et en gaëlique *(ola)*, la tonsure (7), les

*gical Tour in Mexico in 1882* (formant le t. II de *Papers of the Archæological Institute of America*, American Series, Boston, 1884, in-8, p. 207).

(1) Herrera, Déc. IV, L. IX, ch. 7, p. 187.

(2) Tambien hacian estos sacerdotes otras grandes penitencias como ayunar diez y cinco dias, siete dias arreo ántes de algunas fiestas principales á manera de quatro temporas (Duran, *Hist. de las Indias*, t. II, p. 114).

(3) Id., *ibid.*, t. II, p. 102. — Torquemada, *Mon. ind.*, L. X, ch. 14, p. 258 du t. II. (Se diciplinaban, dandose grandes golpes en las espaldas y magullandose las carnes á manera de la procesion que usamos en los jueves ó viernes santos.)

(4) Id., *ibid.*, L. IX, ch. 31, p. 221 du t. II.

(5) Id., *ibid.*, L. VI. ch. 48, L. IX, ch. 7 et L. XI, ch. 28, pp. 83, 180 et 360 du t. II. — Cfr Duran, *Hist. de las Indias*, t. I, p. 55. — J. de Tovar, *Origen de los Indios*, p. 39. — J. de Acosta. *Historia natural y moral de las Indias*, L. VII, ch. 10, p. 170 du t. II de l'édit. de Madrid, pet. in-4, 1792.

(6) *Olés*, dans l'idiome huastec parlé par les Totonacs (Las Casas, *Apol. hist.*, chap. 138, extrait par Kingsborough, dans le t. VIII notes, p. 155 de ses *Ant. of Mex.*). Ce doit être le même mot que le nahua *olli*, *holli*, *ulli*, qui est la sève plus ou moins condensée du *mizquitl* (en espagnol *mesquite*), et qui servait tout à la fois à faire de l'huile, une boisson remplaçant le *pulque* ou vin d'agavé et de la gomme, ainsi que nombre de médicaments. (Sahagun, *Hist. gén.*, L. XI, ch. 6, § 7, p. 735 de la trad. franç. — Torquemada, *Mon. ind.*, L. XIV, ch. 43, pp. 621-2 du t. II. Cfr L. VI. ch. 23, 48; L. IX, ch. 7; L. X, ch. 25; L. XIV, ch. 12, pp. 45, 83, 180, 267, 280, 553 du t. II. — Fr. Hernandez, *Opera cum edita, tum inedita*, Madrid 1790. 3 vol. in-4, t. I, pp. 96, 393. Cfr à la table le mot *mizquitl*.)

(7) Voyez les sources citées dans nos mémoires sur : *Les Premiers chrétiens des îles nordatlantiques* (*Muséon*, t. VIII, n° 3, juin 1888, pp. 326-7); — *Migrations d'Europe en Amérique pendant le moyen âge : les Gaëls*, p. 159 (extrait des *Mémoires de la Société bourguignonne de géographie et d'histoire*, t. VII, in-8, Dijon, 1891); — *La Tulu primitive berceau des Papas du Nouveau Monde* (*Muséon*, avril 1891, pp. 208-210).

encensements (1), l'usage de l'eau bénite (2), la bénédiction des maisons neuves (3), la forme des autels (4), l'orientation des temples (5), les flambeaux qui devaient y brûler

(1) *Copali*, resina muy medicinal y de que usaban los Indios en los sacrificios de los idolos, como los Cristianos del incienso en el altar y sacrificio que á Dios vivo y verdadero ofrecen. (Alonso Ponce, *Relación breve y verdadera ... de la Nueva España*, formant les t. LVII et LVIII de *Colección de documentos inéditos para la historia de España*, Madrid, 1872, in-8, t. II, pp. 414-5). — Encensavan á la mesma manera que agora enciençan los sacerdotes el divino altar, alçando la mano asia arriba y tomandola abajo (Duran, *Hist. de las Indias*, t. II, pp. 112-3). — Cada vez que hechaban el incienso ó copal, alçaban el braço, todo lo mas que podian ácia el idolo, y ácia el sol, pidiendo le subiesen sus peticiones al cielo, como subia aquel humo á lo alto, que es lo mismo que tiene ordenado la Iglesia, cuando se inciensa el altar al sacrificio de la misa (Torquemada, *Mon. ind.*, L. X, ch. 14, p. 238 du t. II). Du point de vue où se place cet auteur, il n'a pas besoin de chercher des concordances entre les rites des deux mondes ; il en cite pourtant une dont nous n'oserions tirer parti : « Les encensoirs, dit-il (L. X, ch. 16, p. 264 du t. II), étaient d'argile en forme de louche [ou pour mieux dire de grosse pipe], dont l'extrémité, supérieure était creuse et renfermait des boules de terre cuite ; à chaque coup d'encensoir, celles-ci résonnaient comme les chaines des nôtres, le démon ayant voulu, même en ce point, assimiler les siens avec les nôtres, quoiqu'ils diffèrent par la façon, la matière et la forme. » — En fait d'analogies, nous aimerions mieux rapprocher de nos encensoirs la bourse à encens que Quetzalcoatl tient à la main, dans beaucoup de peintures, et qui est même marquée d'une croix sur la panse. On a d'ailleurs trouvé à Yanguitlan, dans le pays des Zapotecs, un vase en deux pièces qui ressemble beaucoup à nos encensoirs (H. H. Bancroft, *The Natives Races of the Pacific States of North America*, in-8, t. IV, p. 423, New-York, 1875. — Voy. en outre Las Casas, *Apol. hist.*, ch. 175, extrait dans le t. VIII notes, pp. 216-7 des *Ant. of Mex.* de Kingsborough).

(2) « Avec un goupillon fait de brindilles de cèdre, de saule et de feuilles de roseau, le grand-prêtre aspergeait quatre fois le roi agenouillé, en se servant d'eau que l'on gardait, de même que nous d'eau bénite dans la religion chrétienne. » (Torquemada, *Mon. ind.*, L. XII, ch. 28, p. 360 du t. II. — Cfr Mendita, *Hist. eceles. ind.*, L. II, ch. 19, p. 109.) — Les enfants malades étaient portés au temple d'Yxtlilton, où on leur donnait à boire une eau bénite par les prêtres, « de même que nous autres chrétiens nous avons l'habitude de donner certaines eaux avec des bénédictions particulières. » (Id., *ibid.*, L. VI, ch. 29, p. 59 du t. II.)

(3) Duran, *Hist. de las Indias*, t. II, p. 132.

(4) En parlant du temple de Tezcatlipoca à Mexico, le P. Duran dit : « El altar era á la mesma forma que nuestra sagrada religion cristiana y la yglesia católica usa (*Hist. de las Indias*, t. II, p. 99).

(5) Le grand temple de Mexico avait le cancel tourné vers le levant, ainsi que les principaux édifices de ce genre. Les gradins et l'entrée étaient au couchant, « de même que nous orientons beaucoup de nos églises » (Torque-

perpétuellement (1), tous rites dans lesquels les écrivains espagnols des premiers temps de la conquête, et même Torquemada, l'un des plus prévenus contre la thèse de l'évangélisation précolombienne, ont été unanimes à voir des imitations du christianisme ou tout au moins des réminiscences bibliques. En résumé, à part le bouddhisme, il n'est aucune religion dont les pratiques et cérémonies ressemblent plus aux nôtres que celles des anciens Mexicains.

E. Beauvois.

*(La fin prochainement.)*

mada, *Mon. ind.*, L. VIII, ch. 11, p. 145 du t. II). Les petits temples au contraire regardaient comme nos chapelles latérales les autres points de l'horizon. (Id. *ibid.*).

(1) En el qual brasero eternalmente no habia de faltar lumbre, ni se havia de apagar jamas, con el mesmo cuidado que agora ponemos de que la lampara este siempre encendida ante el santisimo sacramento. (Duran, *Hist. de las Indias*, t. II, p. 113.) — Era fuego perpetuo, queriendo el demonio imitar á Dios, que mandó que ardiese fuego continuo en el altar de su templo. (Torquemada, *Mon. ind.*, L. VIII, ch. 11, p. 145 du t. II.)

# LA QUESTION DES HUMANITÉS

## D'APRÈS LE R. P. VEREST (1).

---

La *Société scientifique de Bruxelles* s'est occupée de l'enseignement des mathématiques et des sciences naturelles dès la première année de son existence. Plus récemment, elle y est revenue dans trois ou quatre sessions successives et, cette fois, les circonstances aidant, les orateurs qui ont pris la parole à cette occasion ont élargi leurs thèses respectives au point de soulever la question des humanités tout entière (2). La discussion a d'ailleurs eu un épilogue dans la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, où M. J. Marlin a publié, en juillet 1894 (t. XXXVI, pp. 122-148), un article très étudié traitant *De l'introduction des sciences dans le programme des humanités.*

On nous excusera donc d'analyser dans ce recueil le livre du R. P. Verest où le savant professeur soumet à un examen approfondi cette question des humanités, à la fois si ancienne et si actuelle ; elle intéresse d'ailleurs tous ceux qui ont à cœur l'avenir intellectuel des jeunes générations.

(1) *La Question des Humanités*, par J. Verest, S. J. Bruxelles, Société belge de librairie, O. Schepens, 1896 (391 pages in-8o). La plupart des journaux périodiques belges ont publié des comptes rendus élogieux de cet ouvrage. A la page 218, nous citons la conclusion de l'article de M. G. Verspeyen, dans le BIEN PUBLIC du 27 mars 1896.

(2) 12-13 avril 1893 ; 25 janvier 1894 ; 4-5 avril 1894 ; 31 janvier 1895 (section des sciences naturelles). Voir ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, 1876, t. I, 1re partie, pp. 150-170 ; 1893, t. XVII, 1re partie, pp. 124-130, 130-131 ; 1894, t. XVIII, 1re partie, pp. 77-85 ; 142-143 ; 147-148 ; 2e partie, pp. 165-202 ; 1895, t. XIX, 1re partie, pp. 74-80.

Les humanités ont été sacrifiées une première fois à la fin du siècle passé, en France, sous l'influence des idées des encyclopédistes. Ceux-ci estimaient avec raison, à leur point de vue, qu'il fallait déplacer le centre de gravité des études moyennes ou secondaires : en le transportant des langues et des littératures anciennes aux sciences mathématiques, physiques et naturelles, ils faisaient acte de bonne guerre contre l'Église ; ils ne permettaient plus aux jeunes esprits de se familiariser avec d'autres idées que celles qui sont relatives au monde matériel ; ils leur faisaient perdre autant que possible le contact avec les idées morales traditionnelles de l'humanité, idées dont l'évolution est liée étroitement avec l'histoire de la civilisation et avec celle du christianisme.

Après la tourmente révolutionnaire, on en revint peu à peu, en France et en Belgique, à l'enseignement des humanités ; mais on y introduisait, suivant les temps et les lieux, plus ou moins de mathématiques, de langues modernes, de sciences naturelles. Dans les programmes des collèges catholiques belges, aux auteurs classiques anciens on ajouta quelques discours des Pères grecs et, dans le diocèse de Malines au moins, dès 1848, des *Flores e Patribus et Scriptoribus Ecclesiae latinae selecti*, à l'usage des classes supérieures.

En France, vers 1850, Gaume proposa, pour les collèges catholiques, une innovation radicale qui fit grand bruit. Les auteurs anciens, selon lui, imprégnaient de paganisme la jeunesse des collèges et la rendaient incrédule par une influence latente; par suite, on ne devrait les introduire dans l'enseignement qu'à faible dose, vers la fin des humanités, et les remplacer par des auteurs chrétiens dans les classes de grammaire. A l'en croire, on reviendrait ainsi aux meilleures traditions du passé.

Gaume, dont l'érudition et la compétence en matière d'enseignement n'égalaient pas le zèle et l'assurance, fut amplement réfuté au point de vue littéraire, historique et pédagogique : en en France, par Dupanloup, Landriot, et par le P. Daniel ; en Allemagne, par Kleutgen ; en Angleterre, par Newman ; mais il n'en resta pas moins, surtout chez nos voisins du sud, dans une foule d'esprits bien intentionnés, des tendances gaumistes, qui ont réapparu à diverses époques et de nos jours encore, sous une forme plus ou moins mitigée.

A côté de ce mouvement, que nous appellerions volontiers semi-janséniste, contre les classiques anciens, en faveur des écri-

vains chrétiens des premiers siècles de l'Église, le positivisme contemporain en a fait naître, en France, un autre plus dangereux, qui semble sur le point de triompher dans ce pays et pourrait y entraîner la ruine complète des humanités, comme il y a un siècle.

En Belgique, la question de l'organisation des humanités n'a cesséd'être à l'ordre du jour depuis cinquante ans, surtout dans l'enseignement officiel.

En 1850, le programme des athénées royaux est surchargé à l'instar de celui des gymnases allemands, tout comme celui de l'examen d'élève universitaire. Mais peu à peu il s'allège et, en 1862, il est presque identique, à l'enseignement religieux près, au programme traditionnel des collèges catholiques. Un peu plus tard, vers 1868 et dans les années suivantes, sous l'influence de Pirmez, on y introduit diverses modifications, légères d'abord mais qui vont en se développant de plus en plus, de manière à aboutir, en 1881, à ce que l'on peut appeler la *trifurcation* des humanités, s'il est permis de forger un terme barbare pour désigner le système nouveau. Dans ce système, où l'on reconnaît très nettement l'influence des idées utilitaires de Bain et de Spencer, les humanités comprennent nominalement sept années d'études, mais, en réalité, cinq seulement : les deux premières sont consacrées au français, au flamand et à l'allemand ; le latin est enseigné pendant cinq ans dans les cinq classes suivantes, qui, *à partir de la quatrième*, forment trois séries parallèles : les aspirants avocats, juges, notaires et professeurs d'humanités étudient le grec pendant quatre ans et on leur donne une dose dérisoire de mathématiques ; les futurs médecins, pharmaciens et professeurs de sciences naturelles n'ont que deux ans de grec, et, par compensation, beaucoup de physique, de chimie et de sciences naturelles ; les candidats ingénieurs, professeurs de mathématiques et les jeunes gens qui se destinent à l'école militaire ont moins de grec encore, mais ils ont plus de mathématiques. Tous d'ailleurs sont surmenés, et les sciences de la nature leur sont enseignées dès la septième. Au point de vue utilitaire, le système est parfait, pourvu que les pères de famille parviennent à discerner à coup sûr la vocation de leurs enfants, quand ceux-ci vont entrer en quatrième. Malheureusement, au point de vue éducatif, il n'en est pas de même : dans certaines sections, l'enseignement littéraire est sacrifié ; dans d'autres, c'est l'enseignement mathématique. — L'organisation de 1881 a été renversée en 1887 et remplacée par une autre où il n'y a plus

que deux sections d'humanités : les humanités latines sans grec (sept années), avec un cours fort de mathématiques ou de sciences de la nature (la bifurcation se faisant en poésie), destiné aux aspirants ingénieurs ou aux futurs médecins (1) ; les humanités gréco-latines (sept années) conduisant à toutes les carrières, pourvu que les aspirants ingénieurs complètent leurs études scientifiques en faisant une année de mathématiques supérieures avec les élèves de la dernière classe des humanités latines.

Les collèges catholiques belges ont eu une organisation plus stable que les établissements officiels. Mais il y a aujourd'hui parmi les catholiques divers courants tendant à en altérer plus ou moins profondément le caractère. M. le chanoine Féron préconise le système allemand, où l'on fait étudier aux élèves la littérature de la Grèce et de Rome en vue de leur faire acquérir la connaissance historique de la civilisation antique. M. l'abbé Guillaume essaie de ressusciter le gaumisme, sous une forme nouvelle plus incohérente que l'ancienne. MM. Proost et Degive défendent un système nouveau : l'enseignement du grec et du latin se ferait seulement pendant les trois dernières années de collège (2), d'une manière succincte pour ceux qui n'en ont pas absolument besoin, d'une manière plus approfondie pour les autres ; dans les trois années précédentes, la formation intellectuelle, scientifique et littéraire aurait pour base l'étude simultanée et parallèle de la nature et de la langue maternelle. L'enseignement des sciences naturelles serait complété par un cours de philosophie naturelle.

Comme on le voit, en Belgique aussi bien qu'en France, il y a un vrai désarroi dans les idées relatives au but et à l'organisation des humanités. Ce qui est en question, ce n'est pas tel ou tel détail des programmes, c'est la base même des études. Nous n'avons rien dit du système de ceux qui veulent supprimer l'enseignement des langues anciennes et instaurer, au moyen des langues vivantes, un système complet d'humanités modernes.

(1) Depuis l'année académique 1894-1895, on exige des aspirants médecins qu'ils aient fait des études gréco-latines. La section des humanités latines n'est plus fréquentée que par les aspirants ingénieurs.

(2) L'introduction de ce système impliquerait, en Belgique, une modification à l'article 5 de la loi du 10 avril 1890, qui exige que les futurs avocats, notaires, médecins, pharmaciens, docteurs en philosophie et en sciences naturelles aient suivi avec fruit un cours d'humanités de six ans au moins.

Le livre du P. Verest est à la fois un exposé du système traditionnel des humanités anciennes et une réfutation détaillée des quatre systèmes dont nous venons de parler, le néo-gaumisme, le système allemand, les humanités modernes et le système mixte de MM. Proost et Degive : enfin une étude sur les causes de l'affaiblissement des études dans notre pays. Nous allons donner un aperçu sommaire des neuf chapitres dont il se compose, en ajoutant parfois ou même en substituant nos propres pensées aux siennes quand elles nous semblent d'accord avec la tendance générale de son livre (1).

Introduction (pp. 5-11). L'auteur expose comment il a été amené à étudier la question des humanités. Convaincu par cette étude que les quatre systèmes dont il est question plus haut sont tous plus ou moins préjudiciables à l'avenir intellectuel des jeunes générations, il a cru de son devoir d'en signaler les points faibles, tout en admettant ce qu'ils contiennent de bon ; il indiquera donc, dans le courant de son livre, comment maints détails de ces systèmes peuvent être introduits avec avantage dans les anciennes humanités pour les perfectionner et les adapter aux exigences légitimes de notre époque.

Chapitre I. *La question générale à résoudre* (pp. 13-27). Les études d'humanités ne sont pas des études moyennes quelconques, une sorte d'enseignement primaire supérieur, ou d'enseignement supérieur élémentaire, ou encore une moyenne entre les deux, comme l'ont rêvé les positivistes anglais. C'est l'enseignement secondaire moderne de la France, celui de la *Realschule* allemande ou de nos cours professionnels belges qui répond à cette conception des études moyennes. Les humanités ont un autre but : elles doivent donner aux jeunes gens la formation complète que requiert et présuppose l'enseignement supérieur. Elles doivent mettre le jeune homme à même d'aborder les études spéciales pour lesquelles une vocation déterminée s'est révélée chez lui vers la fin de ses études moyennes.

Cette formation doit être à la fois physique, intellectuelle et morale ; mais, forcé de se borner, le P. Verest ne traite en général que de la culture de l'intelligence, sauf quand la nature complexe

(1) Dans cette analyse, nous empruntons maints passages au livre du P. Verest et à divers articles auxquels il a donné lieu, sans nous astreindre toutefois à les citer littéralement.

des questions traitées exige qu'il en soit autrement. Il réfute d'abord cette opinion chimérique et si répandue qu'il serait possible d'enlever au travail du collégien ce qu'il a de pénible et de fatigant. Il fait ressortir ensuite l'importance des langues anciennes, au point de vue strictement *utilitaire*. 1° Le latin est la source étymologique d'où sortent toutes les langues néo-latines (nous ajoutons : la moitié de l'anglais et une fraction notable du flamand, de l'allemand et des langues scandinaves) ; le grec donne l'étymologie des termes scientifiques de toutes les langues cultivées. 2° On ne peut étudier à fond, sans le latin et le grec, ni la théologie, ni la philosophie ; sans le latin au moins, ni l'histoire, ni les mathématiques, ni la botanique. Mais ce n'est pas au point de vue utilitaire que se place l'auteur; c'est au point de vue *éducatif*. Sa thèse est la suivante : " Le système d'éducation qui, sans négliger la culture réelle de l'esprit, a pour base l'étude grammaticale et littéraire des auteurs grecs et latins classiques est encore de nos jours le moyen le plus efficace pour donner aux jeunes intelligences leur complète formation, c'est-à-dire pour produire le plein épanouissement harmonique de leurs facultés. „ Il la développe dans les chapitres suivants.

CHAPITRE II. *Raison fondamentale de la supériorité des classiques latins et grecs* (pp. 58-80). *Note additionnelle* (pp. 334-336). Ce chapitre est la vraie base sur laquelle repose tout l'ouvrage du P. Verest. Il y expose la raison fondamentale de la supériorité *pédagogique* des classiques latins et grecs.

§ 1. *Langues anciennes ou langues modernes.* Les auteurs anciens, dit-il en substance, ont excellé dans l'art de rendre leurs pensées, sous une forme concrète de la plus grande précision, avec une propriété de termes qui n'a pas été surpassée, en unissant en un ensemble harmonieux, autour d'une idée ou d'un fait principal, dans les périodes de leur style synthétique, les idées ou les faits secondaires coordonnés ou subordonnés hiérarchiquement.

Pour arriver à comprendre rapidement, avec toutes ses nuances, une page d'un auteur classique ancien, écrite avec cette perfection concentrée du style synthétique, il faut se livrer à une gymnastique intellectuelle continue vraiment sérieuse ; il faut envisager les choses à la fois largement et exactement, par groupe et en détail, ramener tout à l'unité en saisissant les rap-

ports de chaque partie avec l'ensemble, sans négliger aucune de ces nuances de la pensée que les écrivains grecs et latins excellent à rendre par le simple arrangement des mots, des propositions et des phrases : bref, il faut se livrer à un travail incessant d'analyse et de synthèse.

C'est là la raison fondamentale qui fait de l'étude grammaticale et littéraire des classiques anciens, quand elle est conduite d'une façon méthodique, un si puissant moyen d'éducation intellectuelle.

Des esprits irréfléchis peuvent s'imaginer que le style analytique moderne, avec son émiettement indéfini de pensées successivement égrenées devant le lecteur, l'emporte sur le style périodique des anciens, au point de vue de la clarté. De la clarté superficielle, oui, de celle qui ne s'inquiète pas des rapports de subordination ou de coordination qui unissent les parties constitutives d'un tout; mais la clarté supérieure qui fait pénétrer jusqu'au fond de la pensée d'un auteur, rien ne la fait mieux resplendir que la période classique d'un Cicéron ou d'un Démosthène.

Les langues actuelles de l'Europe, à part peut-être les langues slaves et le grec, sont devenues analytiques ; en outre, les relations de plus en plus multipliées entre les nations unifient sans cesse la pensée contemporaine chez tous les peuples civilisés. De ces deux faits, il résulte qu'il est bien difficile de faire reposer les études des humanités sur une langue moderne, quelle qu'elle soit, au lieu du grec et du latin. D'une part, à cause du travail incessant d'unification intellectuelle dont il vient d'être question, toutes les langues modernes se traduisent à peu près mot à mot l'une dans l'autre sans trop de difficulté. D'autre part, les chefs-d'œuvre littéraires des grandes nations occidentales, les œuvres de Dante, Calderon, Shakespeare, Goethe, etc., expression d'une civilisation plus complexe que la civilisation antique, sont moins accessibles aux jeunes esprits que ceux des écrivains anciens, parce que ceux-ci, en général, nous initient à des pensées et des sentiments plus simples, plus naturels.

Concluons donc avec un éminent publiciste : " Les langues classiques constituent un moyen de formation et de développement intellectuel incomparable ; par leur génie synthétique, par leur structure, par leur perfection et par leur fixité, désormais immuable, elles sont éminemment faites pour apprendre à l'adolescent à gouverner ses pensées, à les coordonner, à leur donner une forme précise et discrètement contenue. „

§ 2. *Les mathématiques.* " Dans les collèges où les études ne durent que six ans, disions-nous en 1876, les mathématiques constituent la seule science qui puisse s'enseigner scientifiquement par principes et par raisonnement, non par voie d'autorité.

„ Les mathématiques sont éminemment propres à développer l'esprit de déduction logique et à familiariser avec les idées de grandeur. L'esprit de déduction logique est une faculté précieuse pour les futurs étudiants en droit et en théologie, sciences où l'on part de principes bien déterminés. Ensuite, les idées de grandeur sont la base de toute étude scientifique de la nature ; par conséquent, les mathématiques sont indispensables aux jeunes gens qui veulent devenir ingénieurs ou médecins. Pour tous les élèves de nos collèges, elles ont une portée formelle.

„ Mais on l'exagère souvent : l'esprit de déduction logique est une faculté d'ordre beaucoup moins élevé que celle d'éprouver les principes, que ne développe guère l'étude des mathématiques ; un logicien n'est pas nécessairement un esprit critique, encore moins un penseur, c'est souvent un utopiste. D'autre part, les idées de grandeur sont les moins importantes de toutes nos idées ; elles ne touchent pas d'assez près aux intérêts essentiels de l'humanité. „

Le P. Verest développe des pensées analogues dans un autre ordre et conclut sagement que les mathématiques, bien qu'elles soient une partie nécessaire et intégrante des humanités, ne peuvent en être le fondement principal.

§ 3. *Les sciences naturelles.* L'auteur s'appuie sur l'autorité de M. Potain, doyen de la Faculté de médecine de Paris, et sur les raisons très bien exposées par M. Fouillée, pour défendre, sur les sciences naturelles, la thèse que nous avons soutenue devant la *Société scientifique de Bruxelles* : Un enseignement vraiment scientifique des sciences naturelles dans les classes inférieures des humanités est impossible ; dans les classes supérieures, il nuirait aux études humanitaires proprement dites qui seules font connaître l'homme et Dieu. L'étude des sciences naturelles doit donc être rejetée après les humanités, dans une classe supérieure succédant à la rhétorique (1).

(1) Le R. P. Verest, dans ce paragraphe, a trop pris à la lettre un éloge, un peu exagéré peut-être, des sciences naturelles fait par M. l'abbé Wouters; en réalité, celui-ci est un partisan des humanités anciennes,

CHAPITRE III. *Le témoignage de l'expérience* (pp. 81-87). APPENDICE I. *Gymnases et écoles professionnelles*, par A. DE HELSEN (337-367). APPENDICE II. *Les humanités classiques et la Faculté de médecine de Paris* (368-372). Ce chapitre, avec les appendices qui s'y rapportent, contient deux témoignages vraiment écrasants en faveur des humanités. 1° Le gouvernement russe a fait faire une enquête dans toute l'Europe et même en Amérique pour savoir comment il fallait organiser les établissements secondaires préparatoires aux écoles d'ingénieurs. Les ingénieurs, physiciens, chimistes et mathématiciens consultés ont tous répondu que les études d'humanités devaient être préférées aux études professionnelles pour les aspirants ingénieurs, parce que l'expérience prouve, d'une manière éclatante, la supériorité des jeunes gens formés dans les classes gréco-latines sur ceux qui ont suivi les leçons des *Realschulen*, 2° La Faculté de médecine de Paris, consultée par le gouvernement français qui lui avait demandé " s'il convenait d'adopter le baccalauréat scientifique comme donnant accès aux études médicales ", a répondu négativement, à l'unanimité, en rappelant une expérience malheureuse faite en 1852. Selon la Faculté de Paris, l'étude des langues anciennes constitue la meilleure préparation aux études médicales.

Il est difficile d'exagérer la portée des témoignages que nous venons de faire connaître sommairement. On peut dire hardiment qu'ils ruinent par la base le système dit des humanités modernes; ce sont les faits, après les raisonnements, qui témoignent contre ce système, en faveur des humanités anciennes (1).

CHAPITRE IV. *La nouvelle méthode des classiques chrétiens et païens comparés* (pp. 88-124). Dans la méthode dont il s'agit,

bien qu'il désire y introduire, *si c'est possible*, à partir de la quatrième, une heure par semaine d'enseignement des sciences naturelles.

Il nous semble aussi que le savant auteur combat à tort la thèse de M. Proost sur la volonté. M. Proost ne dit pas : " la volonté est fonction de la santé ", mais " de la santé et de l'exercice ", ce qui est très différent. (Voir le passage cité au bas de la page 74.)

(1) Dans la réunion de mai 1896, à Elberfeld, du *Verein zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften*, la première conclusion votée par l'assemblée a été la suivante :

" *Dem Unterricht an den höheren Lehranstalten muss das Ziel eines allgemein vorbildenden Unterrichts gewahrt bleiben. Auswahl und Behandlung des Stoffes nur mit Rücksicht auf bestimmte Berufszweige ist nachtheilig.* "

on part de cette idée : Les auteurs chrétiens possèdent une perfection littéraire au moins égale sinon supérieure aux classiques anciens. Chez ceux-ci, les mots sont païens, la phrase est païenne, le style est païen, l'idée est païenne. Ils constituent un danger pour l'esprit chrétien de la jeunesse. Pour y obvier, il faut, dans toutes les classes, expliquer parallèlement une page chrétienne à côté d'une page païenne, de manière que la première soit l'antidote de la seconde et que l'élève puisse se convaincre de la supériorité de la littérature chrétienne sur la littérature païenne. Cette méthode seule d'ailleurs est conforme aux enseignements du saint-siége sur la question.

Le R. P. Verest examine le nouveau système, au point de vue pédagogique dans son chapitre IV, au point de vue moral et religieux dans le chapitre V.

La méthode des classiques païens et chrétiens comparés s'appuie sur deux principes pédagogiques erronés et conduit à une erreur d'application fort grave.

1° Elle suppose arbitrairement qu'il y a une distinction radicale entre la littérature païenne et la littérature chrétienne, ce qui est faux, comme l'auteur le prouve aisément.

2° Elle suppose ensuite que le latin dont se servent les écrivains chrétiens est supérieur au latin classique, au point de vue pédagogique, le seul qui soit en question. C'est faux encore : les Pères latins ont visé à exprimer exactement les vérités de la religion chrétienne ; ils l'ont fait de leur mieux, dans la langue de leur temps, en l'adaptant au niveau intellectuel de ceux auxquels ils s'adressaient ; ils se sont préoccupés plus ou moins de la forme littéraire, selon leur goût ou leur tempérament particulier. Mais trop souvent, il faut bien l'avouer, leur langue n'est pas pure ; d'autres fois, c'est une langue théologique *in fieri*, dont le sens précis ne pourrait être expliqué que par des spécialistes versés dans l'histoire du développement du dogme et de la liturgie.

3° L'erreur d'application consiste en ce que la méthode nouvelle supprime virtuellement les classes de grammaire, en leur attribuant la tâche qui revient aux classes littéraires. L'enseignement grammatical précis devient impossible, si les élèves ont à comparer, à imiter dans leurs thèmes et leurs compositions latines des auteurs dont les grammaires sont fortement divergentes. Comment aussi exiger d'eux la propriété des termes, cette qualité suprême du langage, quand la moitié des auteurs qu'on leur

met sous les yeux semblent ne pas s'en préoccuper outre mesure ?

CHAPITRE V. *Le Néo-Gaumisme* (pp. 124-202). Le P. Verest fait d'abord observer ce qu'il y a d'illogique dans la thèse gaumiste : " l'étude des classiques anciens a pour effet naturel de déchristianiser la jeunesse, même dans les collèges catholiques où on n'emploie que des éditions expurgées et où tant d'influences bienfaisantes travaillent à préserver les croyances et les mœurs des jeunes gens qui y sont élevés. „ S'il en était ainsi, dit le P. Verest, il faudrait proscrire tous les auteurs païens et non les garder à côté des auteurs chrétiens, comme le veulent les gaumistes.

L'auteur examine et discute à fond les trois arguments invoqués par ceux-ci : l'argument d'autorité, tiré des documents pontificaux, interprétés d'une manière arbitraire (1) ; l'argument soi-disant historique ; l'argument de raison, qui suppose l'emploi d'auteurs non expurgés et expliqués d'une manière absurde. Il fait connaître le sentiment des Pères et notamment de saint Jérôme et de saint Basile, qui ont traité la question de l'étude des classiques païens, il y a quinze siècles, avec l'autorité et la pénétration du génie et de la sainteté (2).

A la fin de ce chapitre, le P. Verest dit un mot de certains alliés des gaumistes, grands pourfendeurs des classiques païens, grands prôneurs aussi de littérature contemporaine : ils voudraient voir entre les mains des collégiens les œuvres de vrais païens modernes, qui s'affublent ou qu'ils affublent du nom de catholiques. En réalité, ces auteurs, loués si inconsidérément, sont atteints " de ce modernisme fiévreux, déséquilibré et contra-

(1) De fait, en Belgique, même les profanes savent que l'interprétation gaumiste des documents pontificaux est erronée : elle impliquerait cette conséquence que l'épiscopat et les ordres religieux enseignants se soustraient, depuis quarante ans, aux injonctions du souverain Pontife, ce qui est manifestement trop invraisemblable pour ne pas être faux.

(2) Le P. Verest et ses adversaires s'occupent assez longuement de l'opinion de M. Jules Lemaître, qui déclare que *les classiques ont laissé* en lui *le goût d'une sorte de naturalisme voluptueux*. Il n'est peut-être pas inutile de dire que M. Lemaître a commencé ses études secondaires dans deux petits-séminaires, mais qu'il les a achevées au lycée Charlemagne, puis qu'il a été élève de l'École normale supérieure. Ce n'est certainement pas dans les petits-séminaires qu'il a pu être en contact avec des auteurs païens capables d'avoir l'influence fatale dont il parle.

dictoire qui caractérise tant d'écrivains de ce siècle finissant „, et ils ont produit des œuvres dont le sensualisme élégant et voluptueux est dangereux au plus haut point. Au début de ce siècle, Chateaubriand, dans son *Génie du Christianisme* et surtout dans les *Martyrs*, avait déjà écrit en ce genre des pages bien regrettables. " Ce que le premier de ces livres contenait de substantiel, dit Melchior de Vogüé, s'est développé en se fortifiant jusqu'à Montalembert et Lacordaire ; il a végété dans une autre direction, par son vice secret, jusqu'aux arlequinades catholiques de Baudelaire et de Barbey d'Aurevilly. „

CHAPITRE VI. *La culture formelle dans les humanités* (pp. 203-263). APPENDICE III. *Circulaire du Ministre des cultes et de l'Instruction publique en Autriche* (pp. 373-377). Dans ce chapitre de méthodologie, l'auteur traite successivement de la culture formelle dans les classes de grammaire et dans les classes littéraires. L'explication des auteurs doit avoir pour but de faire saisir complètement leur pensée et la manière dont elle a été exprimée ; cela suppose une forte préparation philologique chez le maître, une connaissance précise de la grammaire chez les élèves. Thèmes et versions, thèmes de reproduction surtout (l'auteur ne dit-il pas trop de mal des thèmes savants qui peuvent être si excitateurs, et du dictionnaire français-latin dont de bons élèves peuvent faire un emploi judicieux ?), versions de textes expliqués en classe ou non, où l'élève, luttant pour ainsi dire corps à corps avec l'auteur ancien, s'efforce de rendre d'une manière adéquate jusqu'aux plus délicates nuances de sa pensée, tels sont les exercices fondamentaux des classes de grammaire. Ces exercices développent harmonieusement toutes les facultés de l'élève et l'initient peu à peu à l'art d'écrire, à l'art de communiquer parfaitement aux autres ses pensées et ses sentiments.

Dans les classes littéraires, la poésie et la rhétorique, on continue et on complète ce qui a été commencé dans les classes de grammaire, par l'analyse et la critique des chefs-d'œuvre littéraires, par la composition, les exercices de versification latine, et, au besoin, l'improvisation oratoire. Dans ces deux classes, on peut étudier avec fruit, parallèlement, les classiques anciens et quelques chefs-d'œuvre des Pères grecs et latins, pour ceux-ci l'*Apologétique* de Tertullien, par exemple, dans une édition soigneusement annotée au point de vue grammatical et lexicographique.

CHAPITRE VII. *La culture réelle dans les humanités* (pp. 264-295). C'est dans ce chapitre qne le P. Verest combat le système allemand, où l'on regarde la culture réelle à poursuivre dans les humanités comme ayant pour objet principal la connaissance approfondie de la civilisation antique, étude que *le jeune humaniste*, suivant les partisans de ce système, *devra continuer à l'Université*.

" Nous nions absolument l'assertion que nous venons de souligner ", dit l'auteur. En effet, une très faible partie de ceux qui font des études universitaires continuent à l'Université l'étude historique de l'antiquité. D'ailleurs cette étude ne constituerait une culture historique complète que si elle était suivie d'une étude analogue sur le monde germanique, sur la société médiévale, sur le christianisme et même sur la civilisation arabe. La culture historique complète est donc impossible dans les humanités parce qu'elle est au-dessus de la portée des enfants et réclame un temps trop considérable ; même à l'Université, elle ne peut être que l'apanage d'un petit nombre.

La culture réelle par l'étude historique de l'antiquité, telle qu'elle est pratiquée en Allemagne, nuit d'ailleurs à la culture littéraire. M. Bréal, qui autrefois a été, en France, un apôtre du système allemand, a reconnu que les rhétoriciens d'outre-Rhin, très instruits des choses de l'antiquité, ne savent pas, en général, manier leur langue avec facilité. La culture réelle intensive nuit à la culture formelle, et c'est là sans doute une des causes pour lesquelles l'Allemagne encombre le monde de tant de livres très savants, sans doute, mais aussi très indigestes.

Le véritable objet de la culture réelle est la connaissance générale mais sérieuse de Dieu, de l'homme et de la nature ; de Dieu, par l'enseignement religieux solide et complet ; de l'homme, surtout par l'étude littéraire des grands auteurs (et c'est ici que le latin ne suffit plus, il faut le grec (1) avec Homère, Démosthène et quelqu'une des tragédies classiques) ; de la nature, dans une classe à créer après la rhétorique, et déjà, en poésie et en rhétorique, par un enseignement élémentaire de la cosmographie, de la physique et de la chimie.

(1) Le grec a été la première langue de la théologie chrétienne. Chez les nations civilisées, il importe que les esprits cultivés puissent comprendre les théologiens qui remontent aux sources. On conçoit cependant sans peine qu'on puisse organiser des humanités latines sans grec, moins fécondes que les humanités gréco-latines, mais de beaucoup supérieures aux humanités modernes.

Il y a peut-être une lacune à signaler dans ce chapitre. L'auteur n'aurait-il pas pu faire ressortir davantage la portée réelle de l'étude littéraire des grands écrivains du paganisme, en développant une vue profonde du cardinal Newman exquissée dans l'admirable lettre citée pages 194-196 ? La lecture des anciens, dit Newman, " nous présente le tableau vif et émouvant de ce que nous sommes sans la grâce ; elle nous fait mieux sentir notre entière dépendance, notre impuissance naturelle, l'abîme de misère creusé en nous par la blessure que le péché nous a faite (1) ". Pénétrer ainsi dans l'intérieur de l'âme antique, savoir en même temps par l'histoire, et d'ailleurs par une expérience personnelle, la transformation morale que le christianisme a produite chez l'homme, c'est connaître *expérimentalement*, pour ainsi dire, le point le plus essentiel de l'évolution historique de l'humanité. C'est la littérature proprement dite, et non l'étude des *secteurs* surchargés du célèbre programme de Giessen, qui peut seul mettre en pleine lumière le fait capital de l'histoire, le passage du monde civilisé du paganisme au christianisme.

L'étude littéraire des classiques anciens, en ce sens, est donc un profond instrument de culture réelle.

CHAPITRE VIII. *Le surmenage dans les humanités* (296-304). Dans ce court chapitre, l'auteur s'inspire surtout des principes que M. Proost défend depuis de longues années, sur la question du surmenage, question qu'il faut évidemment séparer de celle du programme des humanités. Voici les conclusions du R. P. Verest : Les programmes doivent être réduits aux choses essentielles, de manière que l'on ne doive pas exiger des élèves plus de sept à huit heures de travail sérieux par jour. Les jeux mouvementés sont, pour la plupart des élèves, les exercices physiques les meilleurs. Il faut éviter les excès de travail à l'étude (système français) et en classe (système allemand).

(1) Le célèbre capucin allemand, B. Fleischmann (1822-1868), a exprimé la même pensée de la manière suivante : " Man muss in der Betrachtung des Heidenthums nicht bloss bei dem Abgrund verweilen, worin es versunken war, sondern sich auch die Höhe vergegenwärtigen welche die suchenden und sich nach Erlösung sehnenden Heiden erreicht haben... Aber alles brach im Wehe zusammen; vor dem ungelösten Geheimniss des Todes erstarrte des Menschen Antlitz zur Meduse. Die Schlangen, die den Laocoon umzingeln und denen er sich vergeblich zu entringen strebt, das Weh das aus seinem halbgeöffneten Marmormund noch heute schreit, predigt uns von dem Wehe des unerlösten Menschen,

CHAPITRE IX. *Le ver rongeur des humanités ou l'utilitarisme. Le remède* (pp. 305-333). " En dehors des vices de méthode que nous avons signalés dans ce livre, la cause première de la décadence des études est l'esprit utilitaire „ et la mollesse de la jeunesse contemporaine. Ce n'est pas en faisant des concessions à ces tendances funestes que l'on pourra réagir contre la décadence des études moyennes. C'est une illusion d'esprits généreux de croire que le programme néo-gaumiste, qui est d'une exécution si difficile et d'une réussite si douteuse, puisse y contribuer. Les collégiens qui ne s'intéressent plus à Homère ou à Virgile ne se passionneront pas non plus pour saint Grégoire de Nazianze ou Prudence.

Le remède, suivant le P. Verest, est dans le retour aux meilleures traditions du passé : déterminer nettement le niveau de chaque classe, c'est-à-dire le minimum de développement intellectuel et de connaissances nécessaires pour y être admis; exiger impitoyablement ce minimum de tous les élèves de la classe; et exclure des collèges tous ceux qui sont incapables d'atteindre ce niveau et organiser pour eux un enseignement approprié (1).

* * *

Tel est, en substance, l'ouvrage du R. P. Verest. Au premier abord, il semble que la polémique y tienne une grande place. Mais il n'est peut-être pas inutile d'observer que l'on y trouve plus de transactions que les titres et les sommaires de certains chapitres ne le feraient croire. Ce sont, en effet, plutôt les exagérations que les thèses de ses adversaires que combat l'auteur.

Ainsi, sur la question du surmenage, il adopte les idées fondamentales de M. Proost, sans admettre que le surmenage soit une conséquence nécessaire des humanités classiques.

Comme MM. Proost, Degive et l'abbé Wouters, il pense que les sciences de la nature ne peuvent être négligées dans un cours complet d'humanités, où la culture réelle doit marcher de pair avec la culture formelle, mais il en reporte l'étude principalement, après la rhétorique, dans une classe spéciale.

der in den Banden des Feindes unmöglich sich retten kann. Konnten es doch die von Gott gesandten Propheten und die von Gott gebotenen Opfer in Israel nicht. „

(1) Un autre remède, selon nous, serait un examen de maturité devant les professeurs du collège où l'élève a terminé ses études moyennes, l'expérience de l'Allemagne ayant prouvé l'efficacité d'une épreuve de ce genre.

Comme les partisans des humanités modernes, il croit que les mathématiques sont un instrument nécessaire de culture formelle pour tous les jeunes gens, mais il ne peut leur accorder le rôle principal dans les humanités.

Il ne rejette pas non plus l'étude des auteurs chrétiens, des Pères grecs surtout, mais il la place avec raison dans les deux classes littéraires.

Enfin, il est d'accord avec les partisans du système allemand sur la haute portée de l'étude de l'antiquité classique au point de vue de la culture réelle, tout en entendant celle-ci dans un sens plus large et plus fécond que la pédagogie d'outre-Rhin.

Il a donc tenu les promesses de l'introduction de son livre : il a montré que le système traditionnel des humanités s'harmonise sans peine avec les idées nouvelles quand elles sont vraiment sanctionnées par la raison et l'expérience.

Aussi espérons-nous que le livre du P. Verest contribuera à ramener à la cause des études classiques ceux qui auront le courage d'étudier sans parti pris la question des humanités avec le savant professeur, dans son intégrité, en ayant sans cesse devant les yeux le but à atteindre : la formation complète, physique, intellectuelle et morale de tous les jeunes gens qui veulent faire des études supérieures à l'université ou au séminaire, quelle que soit la spécialité vers laquelle leur vocation les entraîne : la théologie, le droit, la médecine, l'art de l'ingénieur, ou les sciences spéculatives (1).

Au point de vue de la forme, il faut bien avouer que le style du livre que nous venons d'analyser est parfois un peu abstrait (et nous ne l'avons que trop imité sous ce rapport dans les pages qui précèdent) ; les chapitres auraient pu être subdivisés davantage, et les sous-titres y sont distribués d'une main trop avare. Mais le livre est plein de pensées, et si l'auteur, dans une seconde édition, y ajoute une table analytique bien faite, on sera étonné en voyant tout ce qu'il contient de matériaux, de renseignements, de propositions solidement établies (2).

(1) Les neuf dixièmes des écrits relatifs à la réforme de l'enseignemet moyen n'ont en vue que l'une ou l'autre de ces cinq catégories d'étudiants et, par suite, n'ont aucune valeur pratique.

(2) " Si je n'ai pu donner qu'une idée imparfaite des nombreuses questions soulevées par M. Verest et si, sur quelques points, je ne partage pas absolument les idées qu'il a examinées, je n'en trouve pas moins son livre un *Standard Work* dont je ne saurais trop recommander la lecture. Que l'auteur me permette donc de le féliciter et

Le P. Verest, se souvenant de l'art avec lequel nos voisins du sud savent exprimer leurs pensées :

> " *Gallis ingenium. Gallis dedit ore rotundo*
> *Musa loqui* ",

a eu soin bien souvent de les charger d'exposer les thèses qu'il défend, et les pages où Mgr Dupanloup, MM. Fouillée, Pautonnier, etc., prennent la parole comptent parmi les meilleures de l'ouvrage ; mais la riche érudition de l'auteur a fait intervenir dans le débat une foule d'autorités de toutes langues et de tous pays, depuis Aristote jusqu'à Stuart Mill et Newman. Nous souhaitons que, dans une seconde édition, il fasse appel plus souvent à ce dernier, surtout à ce chef-d'œuvre trop peu connu sur le continent, *Idea of a University*, où le grand cardinal a analysé, dans une langue admirable, et avec une profondeur qui n'a pas été surpassée, l'influence de la littérature dans le développement intellectuel et moral de l'humanité.

P. Mansion.

d'exprimer l'espoir que ce travail sera l'occasion d'un puissant mouvement en faveur des humanités classiques. » Nous faisons nôtres ces paroles qui terminent un solide article bibliographique, publié dans la Revue de l'Instruction publique en Belgique, 1896, t. XXXIX, pp. 193-207, par le savant professeur de rhétorique de l'athénée d'Anvers, M. J. Keelhoff.

# L'ÉVOLUTION ET LE DOGME (1)

Le R. P. Zahm, professeur à l'Université de Notre-Dame (Indiana), vient de publier un volume qui résume admirablement tout ce qui a été écrit depuis l'antiquité la plus reculée jusqu'à nos jours sur une question qui agite singulièrement les esprits depuis que Darwin l'a posée sous un jour nouveau et l'a appuyée sur des considérations nouvelles.

L'évolution est-elle la loi générale de la vie ? Ou bien devons-nous maintenir les créations spéciales et successives telles que Cuvier les avait entendues et telles que les défendait, il y a peu d'années encore, tout l'univers chrétien ?

Le R. P. Zahm ne cache pas sa prédilection pour la première de ces solutions et son désir de la montrer d'accord avec les doctrines de l'Église, dont il se proclame le disciple fidèle et l'énergique défenseur. " Loin, dit-il, que l'on puisse rattacher la téléologie ou la théorie des causes secondaires au panthéisme et au matérialisme, ou l'évolution à l'athéisme et à l'agnosticisme (2), la conclusion qui s'impose est que nous possédons avec l'évolution une histoire du développement de la vie sur le globe plus élevée, plus compréhensible qu'avec toutes les thèses antérieures ; elle est indissolublement unie à la Révélation et,

(1) *Evolution and Dogma*, by Rev. J. A. Zahm, C. S. C. Petit in-8° de 438 pp. Chicago, 1896.

(2) L'agnosticisme est un mot nouveau très usité chez nos voisins. Il a été tiré par Huxley des Actes des Apôtres, où St Paul parle d'un autel érigé par les Athéniens en l'honneur d'un Dieu inconnu, ἀγνώστῳ θεῷ.

dans son explication orthodoxe, elle est un magnifique témoignage non au Dieu des déistes, qui abandonne l'univers aux forces qu'il a créées, mais à Celui qui, dans le langage de l'Écriture, est non-seulement au-dessus de tout mais qui est aussi présent partout. „ Le professeur Fiske (1) a pu dire : " la doctrine de l'évolution fait de Dieu notre force et notre refuge, et de la nature une véritable révélation. „

Le savant professeur, dont nous désirons faire connaître le beau travail, montre par de nombreuses citations que l'évolution cosmique ou organique n'est pas une conception née de nos jours, mais qu'elle se trouve en germe non seulement chez les philosophes grecs, arabes ou hindous, mais aussi chez les docteurs les plus illustres de l'Église. Empédocle enseigne que les formes les plus élevées sortent de formes inférieures ; Anaximandre, que l'homme a dû provenir de quelque animal inférieur ; Aristote, le plus puissant génie qui ait probablement jamais existé, que toutes les formes qui peuplent la terre, depuis le polype jusqu'à l'homme, sont dues à des germes préexistants créés par une action intelligente et efficiente. Notre savant auteur compare cette doctrine à celle de saint Augustin. Dieu, dit le grand évêque d'Hippone, a créé au commencement des temps toutes choses *in semine, potentialiter*. Ces choses se sont développées par l'action de causes secondaires, *causales rationes*, pendant l'immensité des siècles, *per volumina saeculorum*. Saint Augustin dit encore, en commentant les paroles de la Genèse (2) : *que la terre produise l'herbe verte qui porte la graine*, que les plantes ne furent pas créées directement, mais que la terre reçut le pouvoir de les produire, " *producendi accepisse virtutem* (3) „.

Grégoire de Nysse, vers la fin du IVe siècle, avait soutenu une thèse plus explicite peut-être encore : Dieu, dit-il, dans sa puissance infinie, avait créé la matière et lui avait donné le pouvoir de développer toutes les formes de la vie.

Écoutons encore saint Thomas d'Aquin. Dieu aurait pu, enseigne le Docteur angélique, créer directement toutes choses et se dispenser de toute cause secondaire. Il aurait pu rester la cause unique et efficiente ; dans sa sagesse infinie, il lui a plu d'agir autrement. En parlant de l'œuvre des six jours, le grand philosophe du moyen âge adopte l'opinion de saint Augustin : *Non ergo*

(1) *Outlines of Cosmic Philosophy*, vol. II, p. 416.
(2) Cap. I, v. 11.
(3) *De Genesi ad litteram*, lib. III, c. IV.

*productae sunt plantae in actu sed causaliter tantum* (1). Plus tard il ajoutera : *Similiter pisces, aves et animalia in illis sex diebus causaliter et non actualiter producta sunt.*

Dans un camp différent, Bacon croyait à l'évolution et à la transformation des espèces par l'accumulation des variétés. Leibniz disait que l'on trouverait des êtres établissant la transition entre les espèces comme loi fondamentale de la nature. Locke acceptait l'évolution organique; Kant, la mutabilité des espèces par la sélection, le milieu et l'hérédité. Buffon, avant même que Lamarck n'eût posé nettement la question, soutenait, selon M. de Lanessan, l'action du milieu, la lutte pour la vie, la survivance des mieux doués. Gœthe — ce génie universel dont Cuvier disait que, s'il s'était appliqué aux sciences au lieu de s'adonner aux lettres, il serait devenu un des grands savants du siècle — a laissé dans ses travaux le germe des théories, des hypothèses que l'on nous dit aujourd'hui le dernier mot de la science.

Il ne peut suffire à des théories de remonter à une haute antiquité, de posséder les plus illustres ancêtres ; il faut avant tout démontrer qu'elles sont vraies. On peut discuter une hypothèse, on ne saurait l'affirmer qu'en donnant à son appui des preuves sérieuses, plus que cela, des preuves certaines. Nous examinerons, en continuant ce travail, celles que le P. Zahm apporte à l'appui des doctrines évolutionnistes; disons seulement ici qu'il conclut au progrès continu des formes inférieures aux formes supérieures (2), et à la production de ces formes par l'évolution, c'est-à-dire par l'action des causes secondaires agissant toujours et partout par la volonté divine et selon le plan divin (3).

Les conclusions du savant théologien dépassent évidemment les prémisses. Il me paraît difficile de faire sortir l'évolution générale des êtres, telle que nous la comprenons aujourd'hui, des paroles des philosophes de l'antiquité ou des docteurs de l'Église, et nous ne saurions trouver dans les thèses qu'ils proclament un appui pour les doctrines de Lamarck ou de Darwin, encore moins pour celles des Néo-Darwinistes ou des Néo-Lamarckistes.

(1) *Summa* I, LXIX, 2.

(2) " A veritable ascent of life from lower to higher forms „, dit-il, conformément à la doctrine de saint Thomas. V. p. 357.

(3) Les Cartésiens professent au contraire qu'il n'est pas de causes secondaires, que toutes choses remontent à Dieu, seule et unique cause de la vie et de son développement sur le globe.

Le P. Zahm ne s'arrête pas là. Pasteur a prouvé que la vie ne pouvait sortir que de la vie, *omne vivum ex vivo ;* la fermentation et la putréfaction ont pour cause la présence de certains microbes, et ces microbes sont produits par d'autres microbes semblables à eux. S'il est impossible de nier, après les expériences si décisives de Pasteur, le *nihil ex nihilo,* ou d'admettre la génération spontanée si ardemment soutenue, il y a quelques années à peine, il est cependant permis de croire qu'avec le progrès de la science, qu'avec la perfection de plus en plus grande des instruments à la disposition de la science, on parviendra à prouver que cette génération se produit sous nos yeux, pour ainsi dire, pour des formes aussi inférieures aux microbes que ces derniers le sont aux entozoaires. Notre savant auteur se rallie même à ces paroles de Huxley (1) : " Avec la chimie organique, la physique moléculaire et la physiologie encore dans l'enfance, mais faisant chaque jour des progrès prodigieux, ce serait le comble de la présomption de dire que les conditions où la matière revêt les propriétés de la vie ne pourront jamais être reproduites dans le laboratoire. "

Je ne puis laisser passer sans protestation ces assertions de Huxley. Sans doute la science fera d'immenses progrès, et ceux qui viendront après nous en seront aussi éblouis que nous avons été éblouis nous-mêmes des progrès accomplis sous nos yeux, accomplis par nos efforts. Mais nous ne saurions admettre, quelle que soit la puissance nouvelle que la science apportera à l'homme, que par des combinaisons physiques, chimiques ou mécaniques il arrive à produire la vie. Ce jour-là l'homme s'égalerait au Créateur, et c'est ce qu'aucun chrétien ne peut accepter.

Revenons à notre travail. La croyance à la génération spontanée, au passage progressif dans la vie animale ou végétale des formes inférieures aux formes supérieures, par des causes naturelles, les unes connues, les autres encore inconnues et qui le resteront probablement toujours, peut être vraie ou fausse ; elle n'est contraire en rien, nous dit-on, à la Révélation, elle n'est contraire en rien à la foi catholique. Peut-on arriver à la même conclusion pour l'homme ? Descendons-nous soit du singe, soit de quelque autre animal inférieur ? Ou doit-on supposer que nous formons comme règne humain une exception unique dans la nature ?

(1) *Lay Sermons,* p. 366.

Il semble que la conséquence logique de la doctrine évolutionniste entraîne forcément une réponse affirmative à la première de ces questions. Aussi la grande majorité parmi les évolutionnistes n'hésite pas à y souscrire, en reconnaissant cependant qu'il manque encore quelques chaînons à la généalogie qu'ils nous ont forgée de toute pièce. Chacun s'efforce de retrouver les chaînons. Nombreux sont les anthropopithèques que chaque jour voit surgir, que le lendemain voit disparaître; et un savant éminent, le professeur Virchow, étranger à nos croyances, disait à un congrès récent (1) : " C'est en vain que l'on cherche le chaînon *(the missing link)* qui rattache l'homme au singe ou à quelque autre espèce animale... Il n'existe pas de *Proanthropos*, il n'existe pas d'homme-singe ;... tous les hommes à l'aspect simiesque ne sont que des produits pathologiques. „

L'importance de la question sera comprise par tous ceux qui y apportent un instant de réflexion. " L'homme ne sait à quel rang se mettre, disait Pascal dans une de ces admirables *Pensées*, il se cherche partout avec inquiétude et sans succès. „ Tel est certainement le sentiment qui agit sur le R. P. Zahm; après avoir affirmé les théories évolutionnistes, après avoir montré qu'elles n'ont rien de contraire aux doctrines de l'Église, il se montre hésitant dans leur application à l'espèce humaine.

Peut-être est-il arrêté par l'exagération avec laquelle ces hypothèses nouvelles ont été promulguées. Mortillet retrouve nos vieux ancêtres, moitié singes, moitié hommes, chez les tailleurs de pierre de Thenay. Darwin les dit des pithécoïdes arboricoles, couverts de poils ; Cope. des bunodonts (2) pentadactyles et plantigrades, descendant des lémuriens et plus anciennement du *Phenacodus* et de l'*Anaptomorphus homunculus* qui vivaient l'un et l'autre au début du tertiaire. Hæckel voit notre ancêtre le plus éloigné dans l'*Amphioxus*. Nous devons, dit-il, regarder avec respect cet être sans crâne, sans cervelle, sans membres, car c'est de lui assurément que nous descendons. Taine dit l'animal humain un carnassier primitif, cousin éloigné du singe, armé de canines comme le chien ou le renard, que la civilisation a pu adoucir sans le transformer.

En présence de ces rêveries inventées le plus souvent par la passion ou par la haine, on aime à répéter ces belles paroles de Quatrefages (3) : " Dolichocéphale ou brachycéphale, petit ou

(1) Congrès de Moscou, août 1892.
(2) Mammifères récemment découverts dans le Wyoming.
(3) *L'Espèce humaine*, p. 220.

grand, orthognathe ou prognathe, l'homme quaternaire est toujours homme dans toute l'acception du mot (1) ! „

Je n'entreprendrai pas de suivre le savant Docteur (2) dans sa discussion sur l'âme humaine. C'est un sujet sur lequel je me déclare incompétent. Au point de vue scientifique, le seul que j'aie le droit de traiter, la question est insoluble, puisque nous ne savons pas et nous ne saurons probablement jamais ce qu'est l'âme, comment elle a été formée, comment et à quel moment elle pénètre l'embryon humain. Dieu n'a pas voulu nous l'apprendre, la science est impuissante à l'approcher. Disons seulement que le R. P. Zahm, d'accord avec les théologiens les plus savants, reconnaît hautement que l'âme ne saurait sortir par évolution de l'âme des bêtes, mais que, pour chaque homme, elle est créé directement par un acte immédiat de Dieu. Telle est, ajoute-t-il, la doctrine catholique constamment professée depuis les apôtres jusqu'à nous, sans cependant que l'on puisse dire qu'elle est un dogme, puisqu'elle n'a jamais été explicitement promulguée par l'Église. M. George Mivart, éminent philosophe anglais et catholique zélé, publiait dès 1870 un volume (3) où il prétendait que le corps du premier homme avait dû provenir d'un animal inférieur. Il appuyait cette hypothèse sur les enseignements de saint Thomas que nous avons résumés. Le scandale fut vif. Catholiques et protestants s'élevèrent à l'envi contre cette assertion ; les premiers la déclaraient hérétique et affirmaient qu'elle tomberait sous les censures de l'Église. Mais Pie IX, se plaçant sans doute à un point de vue exclusivement scientifique, ne prononça aucune condamnation. Bien plus, il créa *motu proprio* M. George Mivart docteur en philosophie, et le cardinal Manning lui remit, avec un cérémonial solennel, le chapeau et l'anneau, insignes de sa nouvelle dignité.

Le cardinal Gonzalès, mort récemment, dont la science théologique et philosophique était hors de pair, dit, sans se prononcer lui-même, que l'hypothèse de Mivart aurait été plus acceptable si, au lieu de prétendre que le corps d'Adam était sorti par évolution de celui d'un singe, le biologiste anglais

(1) On peut sur toute cette question consulter un excellent résumé publié par le R. P. Dierckx dans cette REVUE même.

(2) Le R. P. Zahm a été créé docteur en philosophie par un bref de Léon XIII.

(3) *Genesis of Species.* — Mivart reproduisit plus tard ces doctrines avec plus d'énergie encore dans le NINETEENTH CENTURY, Feb. 1893.

l'avait montré produit partiellement par l'œuvre directe de Dieu. Le Tout-Puissant aurait ainsi achevé ce que l'évolution avait commencé. Cette modification de l'archevêque de Séville ne me satisfait guère, pas plus qu'elle ne satisfait le R. P. Zahm. L'assertion de Mivart peut être vraie, elle peut être fausse ; dans les deux cas elle forme un ensemble complet et inséparable. Ajoutons qu'elle est professée depuis vingt-cinq ans avec éclat, sans que le saint-siège, gardien vigilant de la foi, ait jugé utile de la condamner ou de la censurer.

J'ai dû résumer le brillant exposé du savant docteur, aujourd'hui Procureur général de son ordre à Rome ; j'ai hâte de me placer sur un terrain qui m'est plus familier en examinant, sans préoccupation étrangère, les arguments qui peuvent appuyer l'évolution comme loi générale de la vie, et aussi les objections que l'on peut lui opposer.

L'évolution est-elle fondée sur des faits certains, positifs ? N'est-elle pas contredite par d'autres faits positifs ? Telle est la question, nous l'avons dit, qu'il faut résoudre.

Tous les êtres, dit le R. P. Zahm dans un langage pittoresque, appartiennent au même ordre d'architecture, et il est imposible, quand on connaît les magnifiques travaux de M. Gaudry, un des maîtres du jour, de ne pas être frappé des arguments que la paléontologie appuyée sur des découvertes chaque jour plus nombreuses apporte à l'hypothèse de l'évolution. Les dents des éléphants sont formées de lamelles superposées, les dents du mastodonte de gros mamelons (1). L'observateur le plus superficiel reconnaîtra que ces dents appartiennent à des espèces différentes ; mais nous connaissons aujourd'hui 26 proboscidiens qui les rapprochent. Les différences s'atténuent insensiblement, et un paléontologiste exercé peut seul décider si telle dent est celle d'un éléphant ou celle d'un mastodonte.

Entre le commencement de l'époque tertiaire et les temps actuels, le groupe des équidés est représenté par une série de formes qui semblent rattacher nos chevaux aux imparidigités. L'*Eohippus* de l'éocène inférieur, le premier mammifère connu du groupe des équidés, possédait quatre doigts complets aux pieds de devant et trois aux pieds de derrière. Chez les espèces intermédiaires, les extrémités des membres se simplifient peu à

(1) Gaudry, *Mammifères tertiaires*, pp. 172 et suiv. — *Elephantidae*, REV. DES QUEST. SCIENT., oct. 1889.

peu et deviennent plus solides. Le *Mesohippus* de l'éocène supérieur n'a plus aux pieds de devant que trois doigts égaux et le rudiment d'un quatrième. Chez le *Miohippus* du miocène moyen, le doigt médian prend une grande importance, mais les doigts latéraux, quoique plus minces, touchent encore le sol. Chez l'*Hipparion* du miocène supérieur, le doigt médian s'appuie seul, les deux doigts latéraux sont complètement réduits. L'*Equus* du pliocène ne possède plus qu'un doigt unique très fort, mais, sous la peau, on voit deux baguettes osseuses qui le rattachent à ses ancêtres primitifs. Le cheval actuel enfin n'a qu'un doigt complet à chaque pied, les autres sont représentés par des rudiments plus ou moins atrophiés. Nous avons là un exemple des plus intéressants du passage possible des ongulés aux solipèdes.

Ce ne sont pas là des faits isolés. Le *Simocyon* découvert à Pikermi établit un passage des ursidés aux canidés ; le *Cynodon* tient à la fois du chien et de la civette. M. Boule a recueilli, dans les couches pliocènes du Plateau Central, des canidés réalisant à la fois le type des renards, des loups, des chacals et des chiens. Ils servent de transition entre les espèces miocènes et les espèces quaternaires (1). L'*Helladotherium* relie la girafe au daim et à l'antilope dont elle paraissait séparée par une distance infranchissable. Le *Cebochoerus* est un intermédiaire entre les singes et les suilliens.

Si nous étudions les reptiles, les lacertiens nous donnent une série de types dont les quatre pattes s'amoindrissent de plus en plus, jusqu'à l'orvet, qui n'en possède plus que les rudiments. Ce dernier type forme une transition insensible entre les lacertiens et les ophidiens complètement dépourvus de membres. On cite des faits semblables chez les insectes. Les phryganes, par exemple, servent de trait d'union entre les névroptères et les lépidoptères.

Les paléontologistes ne s'arrêtent pas dans cette voie féconde. Ils montrent avec complaisance des passages non seulement entre les ordres, mais encore entre les embranchements (2). Les

(1) C. R. ACAD. DES SCIENCES, 20 janv. 1889.

(2) " Pouvons-nous aller plus loin ? demande M. Gaudry (*Fossiles secondaires*, p. 299). Trouvons-nous des preuves que, dans un même embranchement, des animaux de classes différentes aient passé les uns par les autres ? Je me suis déjà posé cette question dans le résumé de mon livre sur les êtres primaires, et j'ai dû répondre négativement. En étudiant les êtres secondaires, je m'adresse la même question, et j'y

*Protopterus*, poissons dipnoïques connus depuis une cinquantaine d'années seulement, forment un groupe de transition entre les poissons et les amphibiens. Ils sont aujourd'hui classés parmi les poissons, mais le naturaliste qui les découvrit le premier les considérait comme appartenant aux amphibiens (1).

Les dinosauriens, les uns carnassiers, les autres herbivores, ont diminué l'intervalle qui sépare les reptiles des oiseaux (2). Leurs débris, la plupart très fragmentés, il est vrai, ne peuvent être que difficilement distingués, dit M. Marsh (3), de ceux des oiseaux recueillis dans les mêmes couches. Sir R. Owen rapporte que les thériodontes, découverts dans le trias de l'Afrique australe, révèlent quelque tendance vers le type mammifère, et, dès 1878, M. Gaudry admettait que les mammifères marins descendaient de mammifères terrestres (4). Dans un autre de ses ouvrages, il est plus explicite encore (5). " La vie des vertébrés, écrit-il, se serait d'abord développée sur les continents ; le vivifiant soleil aurait aidé leurs premières manifestations ; plusieurs des vertébrés à sang froid aussi bien que les animaux à sang chaud seraient partis de nos continents pour nager près du rivage, puis se lancer dans la pleine mer. „

Si les dinosauriens ont quelques affinités avec les oiseaux, l'*Archaeopterix* (6) et d'autres oiseaux aux vertèbres biconcaves,

réponds aussi négativement. „ M. Gaudry établit nettement la limite où l'enchaînement, pour me servir du mot qu'il affectionne, cesse ; mais en méditant les pages écrites avec son rare talent, il est évident qu'il attend de l'avenir les preuves destinées à compléter ses théories et à découvrir les ancêtres inconnus destinés à rapprocher les embranchements en apparence les plus distincts.

(1) Rev. quest. scient., oct. 1890.

(2) " Les rapports qui existent entre les membres postérieurs de plusieurs dinosauriens et ceux des oiseaux, rapports mis en lumière par Huxley, sont, dit M. Gaudry, tout à fait frappants ; on les relève dans le bassin, le fémur, le tibia, le tarse et les doigts. „ Il dira plus loin : " Comme d'une part les dinosauriens se rapprochent plus des oiseaux qu'aucun reptile actuel, et que, d'autre part, les oiseaux secondaires se rapprochent plus des reptiles qu'aucun oiseau actuel, nous pensons qu'un jour les progrès de la science montreront les liens entre les ancêtres du type oiseau et les ancêtres du type saurien. „ *Fossiles secondaires*, pp. 226, 234, 245 et suiv.

(3) *Classification of the Dinosauria*. Americ. Journ. of Science, Jan. 1882.

(4) *Mammifères tertiaires*, pp. 32 et suiv.

(5) *Fossiles secondaires*, p. 201.

(6) L'*Archaeopterix* a des plumes comme les oiseaux, mais au lieu de croupion, il a une queue garnie de 21 vertèbres portant à chaque articula-

au bec armé de dents coniques, trouvés dans la craie du Kansas, présentent une certaine analogie avec les reptiles. " Quelque paradoxal que cela puisse paraître au premier abord, dit M. Boule (1), on est autorisé à croire que les oiseaux sont des reptiles modifiés. Nous avons de nombreuses transitions entre le reptile le plus engourdi et l'oiseau le plus agile. „ Mon savant ami reconnaît que le processus est encore à trouver ; mais, ajoute-t-il, son existence ne saurait être contestée. — Elle ne le sera plus, assurément, quand les évolutionnistes nous auront fait connaître ce processus. Toute la question est là, et tant que cette preuve ne sera pas apportée, nous serons en droit de demander comment, des affinités, des ressemblances du squelette, on peut conclure à la descendance.

La même réponse s'applique aux naturalistes qui affectent de croire que les monotrèmes, l'ornithorynque au bec de canard, l'échidné ou fourmilier combleront un jour la lacune profonde existante entre les mammifères et les oiseaux (2).

Les Américains sont plus hardis encore dans leurs affirmations. Le professeur Cope, groupant les fossiles recueillis dans l'Amérique du Nord, spécialement dans les Montagnes Rocheuses, prétend en tirer un ordre nouveau, les *condylarthrés* (3). Les condylarthrés, selon lui, auraient donné naissance aux proboscidiens et aux édentés, aux rongeurs et aux simiens, aux carnassiers et aux lémuriens. Quant aux ancêtres de ces puissants progéniteurs, M. Cope n'a pas encore réussi à les découvrir ; il les présume des marsupiaux précédés eux-mêmes par des monotrèmes.

Toutes ces observations, toutes ces découvertes sont troublantes ; elles renversent les théories admises jusqu'ici ; elles entraînent la science dans des voies nouvelles et inconnues (4). J'ai hâte d'ajouter, avec le R. P. Zahm, qu'elles n'ont rien de contraire au dogme fondamental de notre foi. Ne peut-on pas

tion une paire de plumes. Il a des ailes terminées par trois doigts libres munis d'ongles. Il a un bec, mais un bec avec des dents rappelant celles des reptiles.

(1) REVUE SCIENTIFIQUE, 28 fév. 1891.

(2) Moseley, *The Ova of the Monotrems.* BRITISH ASS., Montreal, 1884. — O. Thomas. *Dentition of Ornithorynchus.*

(3) *The Condylarthra.* AMERIC. NATURALIST, 1884. — *The Origin of Man and other Vertebrates.* POPULAR SCIENCE MONTHLY, 1886.

(4) On peut consulter, sur toute cette question, H. Spencer, *Principles of Biology.*

supposer que le Créateur, au début de son œuvre, a doué tous les êtres sortis de sa main, créés par sa volonté, ou seulement quelques-uns d'entre eux, d'une puissance de modification, d'une plasticité — ainsi que l'appelle M. Gaudry — se développant dans l'immensité des temps, sous l'empire de lois que nous ignorons, de circonstances que nous ne pouvons dire, par des changements lents et imperceptibles, atteignant parfois des limites extrêmes et se continuant de génération en génération, jusqu'à l'accomplissement d'immuables desseins qu'il n'est pas donné à l'homme de pénétrer? Cette puissance ne peut-elle se comparer à la loi de croissance qui régit les êtres et qui cesse d'agir lorsque la limite inconnue pour tous est atteinte (1)? C'est là une solution plus satisfaisante pour l'esprit humain, plus religieuse même que celle d'un Créateur procédant par créations successives et modifiant son œuvre à travers le temps et à travers l'espace, comme le sculpteur pétrit la glaise et ébauche les contours de la statue qu'il médite.

Mais il ne peut s'agir ici de préférence. Pour arriver à une conviction entière, il faudrait, je l'ai dit, connaître le processus par lequel ont été opérés ces changements, ces modifications si profondes chez les êtres, le processus qui crée des variétés, des espèces, des genres et jusqu'à des ordres nouveaux, qui ramène les reptiles, les oiseaux, les mammifères à un ancêtre commun. Je me suis bien souvent entretenu de la question avec un savant éminent entre tous ; il m'a constamment répondu : " Le processus existe assurément ; mais nous ne le connaissons pas. „ C'est là le point le moins satisfaisant de la doctrine nouvelle. On proclame le résultat, sans en dire, sans en comprendre même les causes. Ce ne peut être là une solution acceptable, une vérité démontrée.

Les mystères de la génération ne peuvent expliquer les transformations. Nous savons que les espèces différentes ne s'accouplent pas entre elles. Telle est la loi générale. Romanes raconte

(1) Ce n'est pas seulement la taille à laquelle chaque individu, dans le règne animal comme dans le règne végétal, arrive progressivement, qui fournit un exemple. La barbe, si l'homme la laisse pousser, descend jusqu'à un point qu'elle ne peut dépasser. S'il la rase, la puissance de croissance momentanément suspendue reprend à l'instant et se poursuit pour s'arrêter de nouveau dès que la barbe atteint une longueur à peu près semblable à la précédente. Il en est de même des cheveux, du poil et de la laine des animaux. Que l'on cesse de tondre les moutons au printemps, leur laine ne se développera pas. Dès la tonte, au contraire, la croissance reprendra avec vigueur.

bien qu'il est des espèces sauvages qui, croisées entre elles, se sont montrées fécondes. Mais outre que le fait est fort contestable, il ne saurait suffire.

L'union entre deux races de la même espèce n'est pas seulement immédiatement féconde ; elle donne naissance à des métis aptes à se reproduire. Il en est autrement dans les unions entre espèces différentes ; elles sont le plus souvent obtenues par l'intervention de l'homme, qui souvent est obligé d'user de stratagème pour arriver à ses fins. Presque toujours, et c'est là le fait capital, les hybrides restent inféconds, même quand les espèces sont aussi voisines que le cheval et l'âne, le lièvre et le lapin, ou le deviennent rapidement dans leur postérité. On ne connaît aucune espèce nouvelle due à leur accouplement (1).

Les cas d'hybridité à l'état sauvage ont été établis dans un excellent travail de M. Suchetet lu au congrès de Bruxelles, en 1894. Il ne connaît, dit-il, aucun cas d'hybridité chez les mammifères ; chez les oiseaux, les cas allégués soumis à une critique sévère se réduisent à un très petit nombre et toujours chez des espèces très voisines (2).

L'importance de ce fait est considérable, et Huxley reconnaît, tout évolutionniste ardent qu'il se montre dans ses écrits, que son adhésion reste provisoire aussi longtemps que les animaux et les plantes, qui ont dans cette hypothèse une origine commune, ne pourront produire des individus fertiles à postérité fertile (3).

L'impossibilité de la transformation des espèces par la génération étant démontrée, il faut chercher d'autres facteurs. Devons-nous admettre la sélection naturelle et la lutte pour la vie de Darwin, la loi de l'hérédité de Weissmann, celle de la descendance de Carl Vogt (4), la survivance des plus aptes d'Herbert Spencer ? C'est, semble-t-il, une immense ambition

(1) Les léporides, issus du lièvre et du lapin, redeviennent de simples lapins au bout d'un petit nombre de générations. Le léporide n'a rien du lièvre, son squelette est celui du lapin. C. R. ACAD. DES SCIENCES, 12 déc. 1892. — Sanson, *Dict. d'Agriculture*, art. *Léporides*.

(2) Dans une publication antérieure (*Les Oiseaux hybrides rencontrés à l'état sauvage*), M. Suchetet signalait, dans l'ordre des gallinacés, 22 hybrides ; 3 lui paraissaient authentiques, 6 probables. Mais tous ces hybrides appartiennent à des espèces très rapprochées. Chez les palmipèdes, on compte 25 hybrides ; mais nombre de ces croisements sont loin d'être prouvés ; plusieurs sont même vivement contestés.

(3) *Rapports anatomiques de l'homme et des animaux*, p. 85.

(4) REVUE SCIENTIFIQUE, 18 juillet 1891.

que de vouloir couler l'univers dans le moule d'une formule ; encore faut-il que cette formule soit exacte.

On reconnaît aujourd'hui que les mots " sélection naturelle, survivance des mieux adaptés „ sont impropres (1). Le Dr Perrier, savant éminent et transformiste ardent, repousse ce qu'il trouve de brutal dans la lutte pour la vie. Pour lui, l'association, l'assistance mutuelle, la division du travail, la solidarité ont joué un rôle prépondérant dans le perfectionnement des organismes (2). Qui oserait conclure que ces facteurs aient profondément modifié les conditions mêmes de la vie ?

On nous donne aussi le milieu comme un facteur important. Sans doute, le milieu a exercé et exerce chaque jour une grande influence sur les habitudes, sur le mode de vie, sur la livrée, sur les conditions de l'existence. Virchow reconnaît avec tous les biologistes que le climat, les circonstances ambiantes, exercent une action indiscutable, mais aucun fait connu ne permet de croire qu'ils aient pu produire des espèces nouvelles.

J'ai donné jadis des exemples nombreux de l'effet produit par un nouveau milieu sur des espèces séparées de celui où elles étaient nées (3). Il est facile d'en ajouter d'autres. Les lapins d'Australie, sous l'influence de ce milieu nouveau, sont devenus grimpeurs et nageurs. On présentait récemment, à la Société zoologique de Londres, les pattes antérieures d'un de ces lapins; elles sont plus petites, plus grêles que celles des lapins anglais leurs ancêtres, les ongles sont plus acérés (4). Les Américains font grand usage pour la conservation des viandes, de réfrigérateurs où la température est constamment maintenue entre — 3° et — 4°. Les rats y pullulaient, ils s'étaient rapidement accoutumés au froid et causaient de grands dégâts. Il n'en fut pas de même des chats, que l'on cherchait à acclimater pour combattre les rats : tous mouraient rapidement. Un jour, une chatte mit bas dans la glacière même. On réussit à élever les petits qui non seulement vivaient très bien dans cette température froide, mais ne pouvaient même plus vivre dans une température plus élevée. Comme pour d'autres animaux soumis

(1) H. Spencer, *Les Facteurs de l'évolution organique*, REVUE NOUVELLE, 15 juillet 1886.

(2) Voy. *Colonies animales et formation des organismes.*

(3) CORRESPONDANT, 10 et 25 avril 1891.

(4) NATURE, 2 décembre 1893, t. I, p. 14.

à des conditions de vie analogues, leur poil était devenu très épais et leur queue très courte (1).

De ces faits, de bien d'autres qu'il serait facile d'ajouter, il suit que le processus qui a permis de ramener toutes les formes végétales ou animales à une forme unique, s'il est vrai qu'il existe, est encore à trouver, et les évolutionnistes de bonne foi sont les premiers à en convenir.

Cette ignorance du processus, cette impossibilité de l'expliquer ne sont pas les seules objections à présenter à la loi générale de l'évolution. Les Darwinistes disent que toutes les espèces remontent à cinq ou six progéniteurs, peut-être même à un seul. On a prétendu dresser un arbre généalogique entre la monade primitive et l'homme, à qui on veut bien accorder la place d'honneur ; mais les échelons sont constitués par des êtres imaginaires dont nul n'a su trouver les traces. On les trouvera un jour, ou peut-être étaient-ils constitués de manière à ne pouvoir se conserver dans les assises de la terre, répond Carl Vogt (2). Telle est la réponse que l'on nous donne avec arrogance. " Tous les jours nous expliquons des choses que nous n'entendons guère par des choses que nous n'entendons pas „ dit M. Brunetière(3). N'est-ce pas là le cas de Carl Vogt ?

Il est d'ailleurs des êtres qui échappent à cette loi que l'on nous dit générale. Nous voyons des insectes remonter aux temps primaires et traverser l'immensité des siècles sans changement apparent ; ils sont arrivés du premier coup à leur état actuel. Barande a étudié avec une science profonde le système silurien de la Bohème. Sur 350 trilobites qu'il a classés, 340 sont restés invariables ; aucun d'entre eux n'a produit une nouvelle forme spécifique. Williamson arrive à une conclusion semblable pour les brachiopodes de la Grande-Bretagne (4), Agassiz pour les zoophytes des récifs coralliens de la Floride, auxquels il attribue une antiquité minima de 70 000 ans. Comment pouvons-nous rattacher à la chaîne des êtres les grands sauriens de l'époque secondaire ? Pourquoi ont-ils paru ? Pourquoi ont-ils disparu sans laisser de représentants ? Tout en admettant que les insectes procèdent d'organisations plus simples, Sir John Lubbock (5)

(1) NATURE, 1894, t. II, p. 403.
(2) REVUE SCIENTIFIQUE, 1877, p. 1058.
(3) *Moralité de l'idée évolutive.*
(4) Ch. de la Vallée Poussin, *Paléontologie et Darwinisme.* REV. QUEST. SCIENT., janv. 1877.
(5) *Origine et métamorphoses des insectes,* trad. franç., p. 97.

reconnaît qu'ils ne peuvent avoir passé par toutes les formes inférieures de la vie animale. Écoutons encore M. Gaudry (1). Quelques-uns des types primitifs, nous dit-il, ont à peine changé ; ils ont assisté impassibles aux diverses révolutions qui ont bouleversé le globe. On peut les appeler types permanents ou panchroniques, puisqu'ils appartiennent à tous les temps. D'autres types se sont légèrement modifiés pour revenir ensuite à leur point de départ. Ils méritent le titre de types élastiques, continue notre éminent paléontologiste, et ils se trouvent en général parmi les êtres inférieurs. Comment ces êtres panchroniques ou élastiques entrent-ils dans la loi générale ? Où peut-on les placer dans l'arbre généalogique de la descendance ?

Dans le domaine de la botanique, rien de satisfaisant pour l'évolution n'a pu être déduit des faits nombreux observés par les botanistes (2). La flore préglaciaire, qui remonte à une incalculable antiquité, ne diffère par aucun caractère essentiel de la flore actuelle. Schweinfurth nous dit qu'il n'existe aucune preuve que les plantes aient subi un changement spécifique (3). Les études auxquelles on s'est livré sur le blé, par exemple, loin de faire admettre l'instabilité des formes, conduisent tout au contraire à une conclusion favorable au type de l'espèce s'imposant à la multiplicité des races ou des variétés du froment (4).

" La question de l'espèce est toujours assez obscure en botanique, dit M. l'abbé Boulay (5). Certaines formes ou types spécifiques se présentent à nous comme douées d'une fixité absolue. Elles se distinguent facilement de toutes les autres ; elles ne produisent pas de variétés notables et ne se croisent pas avec les espèces voisines. Cependant, suit-il de là qu'elles remontent à l'origine des choses et qu'elles aient été créées dans l'état où nous les voyons ? Il serait imprudent de l'affirmer. D'autres formes, au contraire, sont instables et variables à l'excès. On ne sait dans ces groupes où l'espèce commence et où elle finit. On érige ces espèces flottantes en séries, sans insister sur la valeur des caractères qui servent à les délimiter. "

De ces exemples, d'autres qu'il serait facile d'ajouter, si déjà nous n'excédions les limites que nous nous sommes tracées, il

(1) *Fossiles secondaires*, p. 293.
(2) Fr. Dierckx, *L'Homme-Singe*, REV. QUEST. SCIENT., 1894, t. V, p. 587.
(3) Caruthers, *Opening Adress. Biological Sect. British Ass.*, 1886.
(4) Dr Dufresne, *De l'origine des plantes cultivées.*
(5) *Les Sciences naturelles et l'anthropologie.* REV. DE LILLE, 1895.

faut forcément conclure que l'évolution n'est pas encore sortie des hypothèses plus ou moins plausibles, et que les preuves positives, concluantes, font encore défaut.

Il est une dernière objection à laquelle j'ai cherché en vain une réponse. Plus nous étudions la faune ancienne de l'Europe ou de l'Amérique, de l'Asie ou de l'Australie, plus nos recherches s'étendent sur les îles et sur les continents qui nous sont ouverts, plus nous sommes frappés de la diversité des animaux que nous rencontrons. Comment comparer, par exemple, des marsupiaux et des édentés ? Et cependant tous les ossements humains qui ont été retrouvés jusqu'ici sont semblables. Comment expliquer que des êtres absolument différents aient pu arriver par des transformations successives à produire des hommes absolument semblables? La seule explication plausible, et je doute que nos évolutionnistes l'acceptent, est que l'homme reste en dehors de la chaîne des êtres et que l'évolution s'est arrêtée à lui.

On a fait grand bruit des organes rudimentaires que nous voyons chez les représentants des espèces supérieures. L'évolution seule, dit le R. P. Zahm, peut les expliquer ; ces organes sont les restes de formes antérieures dues à des ancêtres chez qui ces organes étaient complètement développés, et Darwin (1) a pu les comparer à ces lettres qui subsistent dans les mots mais que l'on ne prononce plus : elles servent à montrer la dérivation de ces mots, comme les organes rudimentaires témoignent de la dérivation des êtres.

Écoutons la réponse de Huxley, qui ne peut être suspect aux évolutionnistes. Les rudiments d'organes, dit-il, ne fournissent aucune preuve distincte de celle que l'on emprunte aux membres normalement développés. La glande mammaire de l'homme, dira-t-il plus tard (2), était probablement inutile chez le mammifère, l'ancêtre le plus ancien de l'homme, et pourtant elle n'a point disparu. Est-il possible qu'il y eût pour l'organisme mâle utilité à la conserver? Nous n'y contredisons pas; mais dans ce cas sa valeur démonstrative est perdue.

Dans la science actuelle, dit d'une façon plus générale le Dr Brinton, éminent savant américain, on parle sans cesse de réversions pithécoïdes, simiennes, lémuriennes, et l'on proclame que ces réversions sont dues à l'atavisme. Nous n'avons aucun

(1) *Origin of Species*, t. II, p. 263.
(2) Rev. quest. scient., avril 1894.

droit de nous prononcer ainsi, tant qu'il n'est pas prouvé que la variété que l'on croit reconnaître n'est pas due à des causes ou à des conditions actuelles, sans aucun rapport avec un retour régressif. Darwin avance aussi que l'état embryonnaire de chaque espèce reproduit plus ou moins complètement la forme et la structure d'ancêtres moins avancés (1). Sir John Lubbock (2) ajoute : " Le temps viendra où il sera généralement admis que la structure de l'embryon et les transformations qu'il subit en se développant indiquent vraiment le cours des transformations des êtres organisés dans les anciens temps, au même titre que les débris enfermés dans les roches, et l'ordre dans lequel ils se suivent, nous enseignent le passé de la terre elle-même. „ Mais outre que ces faits sont fortement contestés, comment l'évolution peut-elle expliquer cette concordance entre le développement de l'individu et le développement de l'espèce ? Comment la série de transformations que proclament nos évolutionnistes est-elle le résumé des transformations qui ont abouti à notre propre espèce ? C'est là ce qu'il faudrait démontrer, et c'est là ce que l'on ne démontre pas. Fût-ce même démontré, Huxley — que nous invoquons toujours avec confiance, non seulement à raison de sa science, mais surtout à raison de sa bonne foi et de son absence de parti pris — a reconnu que l'on ne saurait tirer de l'ontogénie et de la philogénie un argument décisif.

Nous voici au terme de notre tâche. Le livre du Dr Zahm est un livre de grand mérite. Il est à la fois une œuvre de science et une œuvre de foi ; mais, il me permettra de le lui dire, il prend trop des hypothèses à démontrer pour des vérités acquises. Je reconnais à mon tour, en présence des faits nouveaux que la paléontologie nous révèle chaque jour, que la négation absolue n'est plus de mise, et je ne puis que répéter ce que je disais naguères au Congrès de Bruxelles (3), et ce que le R. P. Zahm veut bien rappeler. Si je ne suis guère disposé à admettre les conclusions de l'école évolutionniste, je ne puis non plus les rejeter absolument. Le Jury, en Écosse, outre les réponses habituelles, a le droit, sans se prononcer sur le fait lui-même, de répondre *not proven*, cela n'est pas prouvé. Telle est aujourd'hui ma seule

(1) *Origin of Species*, t. I.—Voir aussi H. Spencer, *Principles of Biology*.
(2) *Origine et métamorphoses des insectes*, trad. franc., p. 125.
(3) *Compte rendu du Congrès, Sect. d'anthropologie*, p. 305.

conclusion, telle sera aussi, je n'en doute pas, celle de tous ceux qui aborderont ces études sans parti pris et avec le seul désir d'arriver à la vérité.

Au milieu de nos doutes et de nos incertitudes, un seul point reste comme un phare éclatant qu'aucune découverte, qu'aucun progrès ne sauraient atteindre. Spinosa le résume en termes excellents : *Quidquid est, in Deo est,* dit-il, *et nihil sine Deo esse neque concipi potest.*

Mis DE NADAILLAC.

---

# BIBLIOGRAPHIE

## I.

LEÇONS DE GÉOGRAPHIE PHYSIQUE, par A. DE LAPPARENT. — Un vol. in-8°. — Paris, Masson, 1896.

L'article sur la géomorphogénie descriptive qui ouvre cette année la livraison de janvier de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES nous annonçait une bonne nouvelle. L'auteur de l'article, M. de Lapparent, allait publier un livre sur la géographie physique. Au surplus nous en fûmes plus charmé que surpris. Les compléments introduits dans la troisième édition du *Traité de géologie*, les articles insérés dans ces derniers temps par M. de Lapparent sur l'équilibre de la terre ferme, sur l'âge des formes topographiques et sur leur histoire, soit dans notre REVUE, soit dans le CORRESPONDANT et ailleurs, révélaient assez l'intérêt pris par notre savant ami à l'étude du modelé de la surface du globe et de ses causes. Les progrès réalisés dans cette voie depuis quinze ou vingt ans sont en effet des plus considérables ; ils constituent peut-être le chapitre le plus intéressant de la géographie physique, entendue au sens moderne. Car on sait que le cadre de cette science embrasse d'autres objets que celui-ci : il comprend les relations mutuelles de l'atmosphère, des océans, des continents, ainsi que leurs rapports avec la distribution actuelle des plantes, des animaux et des races humaines. Mais dans ce vaste domaine M. de Lapparent choisit ce qui dépend le plus étroitement de la géologie et des phénomènes qu'elle invoque. Ce n'est donc pas un traité complet de géographie physique qu'il nous offre : ce sont des *leçons de géographie physique*, comme l'exprime le titre de l'ouvrage. L'objet capital en est avant tout d'exposer les données et le mode d'inductions qui permettent dans l'état de la science de se rendre compte de la genèse des formes topographiques qui nous entourent.

Il est clair qu'un tel ordre de considérations accroît singulièrement l'attrait que peut inspirer la description physique des contrées. Cet attrait est faible, il faut en convenir, quand on s'en tient à la description pure et simple dont les géographes ont dû se contenter jusqu'à nos jours. Il n'en sera plus de même si l'on parvient à remonter un peu dans le passé, et à faire voir, en s'appuyant d'inductions certaines, comment et pourquoi les choses se sont faites telles que nous les voyons. Que l'on y soit parvenu dans bien des cas, que l'on puisse suivre parfois du regard de l'intelligence les transformations consécutives qui ont réalisé telle plaine, tel réseau fluvial, tel paysage, c'est ce qu'un lecteur attentif reconnaîtra dans le savant exposé tracé par l'auteur. Il rappelle dans sa première leçon une pensée frappante de M. Mackinder d'Oxford. La géologie, disait ce savant, n'est entrée dans sa véritable voie que le jour où elle a pris pour base de ses spéculations la connaissance des phénomènes actuels, ce qui permet de la définir : *l'étude du passé à la lumière du présent.* De son côté, la nouvelle méthode géographique doit être *l'étude du présent à la lumière du passé.* Éclairée ainsi par les renseignements tirés de la géologie, la géographie assume un caractère rationnel qui lui était étranger auparavant. Comme l'écrivit autrefois le botaniste Turpin, pour comprendre les choses, il faut savoir comment elles sont arrivées. A ce titre, les *Leçons de géographie physique* pourront exercer dans les pays de langue française une heureuse influence sur l'enseignement de la géographie, laquelle y gagnera notamment d'être plus satisfaisante pour l'esprit. Comme il s'adresse à d'autres qu'à des géologues, M. de Lapparent n'a fait, dit-il, à la géologie dans le présent ouvrage qu'une part restreinte et discrète. Il s'est efforcé d'être accessible. Il nous a paru cependant que l'intelligence de quelques passages de son livre impliquait une culture géologique plus avancée que ne semble le supposer M. de Lapparent. Ici la responsabilité appartient à la nature des choses. Quoi qu'il en soit, il se rencontre bien des pages où l'enchaînement des faits et de la théorie est d'une compréhension très facile.

Le nouvel ouvrage de M. de Lapparent témoigne d'une lecture très étendue des travaux contemporains sur le sujet. Les savants américains et allemands viennent en tête dans cette carrière ; les Anglais et les Français viennent ensuite, et l'on peut affirmer que tous les pays où les sciences sont cultivées ont apporté leur contingent de documents. M. de Lapparent s'est assimilé la quintessence de toutes ces recherches avec l'aptitude supérieure

qu'on lui connaît, et il l'expose en vingt-cinq leçons qui composent un traité, où l'exactitude de la doctrine ressort de l'abondance des exemples. Il y a inséré cent-dix-sept figures et une planche. Ce sont des diagrammes théoriques, des profils de montagnes, des coupes de terrains, des portions de cartes géographiques, des vues d'après la photographie; c'est un complément nécessaire du texte. Au surplus, ces illustrations ne dispensent pas d'un atlas qui peut à la rigueur n'être qu'un simple atlas classique, ceux qu'on destine à l'enseignement faisant aujourd'hui à la géographie physique une part infiniment plus grande qu'autrefois.

Il semble qu'on peut partager en trois sections la série des vingt-cinq leçons de M. de Lapparent.

La première section comprend, selon nous, les treize premières leçons, et c'est la plus importante, puisqu'on y traite des principes de la recherche, c'est-à-dire des faits fondamentaux et du mode d'action des agents qui sculptent ou modifient le relief de la terre. Dans ses premières leçons, l'auteur esquisse les traits les plus généraux de la partie extérieure du globe ; il met en regard des profils des continents et des profils du fond des mers ; il insiste sur la dissymétrie des lignes de relief ; en un mot, il dessine le grand théâtre où fonctionnent les actions modificatrices qu'il s'agit de voir à l'œuvre. Mais comme celles de ces actions qui s'exercent de la manière la plus sensible et la plus constante, telles que les influences physico-chimiques de l'atmosphère et des eaux en mouvement, seront invoquées à chaque page, le lecteur pourrait être entraîné facilement à leur attribuer un rôle exclusif dans la figure extérieure du globe, ce qui est absolument faux. C'est donc avec beaucoup de raison que M. de Lapparent relève dans le dessin général des continents et des mers avec leurs surfaces, leurs profondeurs et leurs élévations relatives, la préexistence des causes se rattachant à la constitution même du globe à partir de son origine, c'est-à-dire, dépendant d'une masse douée d'une haute température initiale et qui va en se refroidissant.

Suit un chapitre sur les divers modes de façonnement du modelé terrestre et leur dépendance des phénomènes météorologiques, et avant tout de la chaleur et de l'humidité. Ici l'on expose la distribution des isothermes et des isobares, la marche des vents généraux, l'influence des courants marins, la répartition des pluies. Puis l'auteur nous met en regard du grand facteur

des eaux courantes. Il est clair que ce facteur figure au premier rang dans l'explication rationnelle et détaillée du relief d'une contrée. Les principes mécaniques qui gouvernent le creusement du sol par l'eau courante, le transport des matériaux entraînés par elle, et le comblement par l'accumulation de ces matériaux en certains points ; ces principes sont simples et faciles à saisir. Il en est pourtant qui n'ont été nettement établis qu'à une époque très récente, comme la notion du *niveau de base*, formulée par les Américains, et qui précise admirablement la marche et le terme des excavations opérées par tout un réseau fluvial. Mais en géographie physique, un peu comme en politique, il ne suffit pas de saisir quelques principes : l'essentiel est l'application. A la disposition présente d'un fleuve, de ses affluents et du paysage qu'ils animent ont concouru, avec les lois de l'hydraulique, la résistance et la perméabilité des roches, leur charpente primitive et la dégradation progressive des versants et des crêtes, les changements du climat pendant de longues périodes et très souvent des mouvements du sous-sol en suite desquels sont survenues des variations prononcées dans l'altitude relative de divers points entre eux et par rapport au niveau des mers. L'adaptation perpétuelle à ce théâtre mobile d'un réseau d'agents à la fois actifs et passifs, tels que le sont les cours d'eaux, est un fait avéré, mais il est malaisé d'en ressaisir toutes les phases. Des exceptions mises à part, on ne reconstituera cette histoire complète des cours d'eaux sur des documents positifs qu'à l'aide d'une étude approfondie de la topographie et de la stratigraphie des pays traversés.

M. de Lapparent traite ce sujet attrayant dans une suite de chapitres et de leçons, et avec l'esprit d'ordre que nous avons remarqué dans tous ses livres. Il considère d'abord le cas le plus simple, celui d'une contrée à relief inégal mais formée de terrains homogènes et stables, où la tendance de l'eau courante vers son profil d'équilibre est peu contrariée, et il fait suivre néanmoins les modifications parfois très considérables que peut y subir le réseau primitif des eaux courantes, par suite de leurs affouillements et de leurs divagations. Il examine ensuite la marche des choses dans une contrée à sol très hétérogène où le travail d'excavation s'opère tour à tour sur des calcaires tendres, sur des calcaires durs mais fissurés, sur des bancs de grès, etc. La disparité des conditions le long du cours peut amener la formation de cascades, la perte par des canaux souterrains, le partage d'un cours d'eau en tronçons distincts, le profil d'équilibre con-

tinu ne pouvant alors être atteint qu'à une époque très tardive. La traversée des roches éruptives est envisagée à son tour, en tant qu'elle imprime une allure spéciale aux cours d'eaux; et l'influence du pays est encore plus marquée si, comme cela se passe dans le nord de l'Europe et de l'Amérique, le sol a été modelé antérieurement par les agents glaciaires. Toutes ces circontances étant passées en revue, notre auteur aborde l'hydrographie d'une contrée constituée de couches inclinées, plissées, renversées, faillées. Cette structure compliquée s'accuse presque toujours par des profils des plus accentués. La région offrira des vallées profondes que séparent des massifs grandioses ; des bassins plus ou moins étendus, parfois enclos de hauteurs qui les enferment de toutes parts ; des effondrements opérés le long de grands plans de cassures donnant naissance à des dépressions à bords dissymétriques et se prolongeant sur des centaines de kilomètres. Le phénomène de l'érosion subaérienne en s'attaquant à ces régions éminemment hétérogènes et déchiquetées s'exerce de la manière la plus inégale. Là, il respectera longtemps un affleurement de roches cristallines; ici, il abattra tout d'un coup un pan de montagne dont les débris barreront des vallées. Avec le temps il met tour à tour à découvert, tantôt sur un point, tantôt sur un autre, des couches de résistance et de perméabilité très différentes. La tranformation progressive du relief s'accompagne donc ici de variations importantes dans la nature des roches assujetties à l'action érosive en une même localité. De là une série d'évolutions curieuses bien étudiées d'abord par M. Davis dans la région apalachienne des États-Unis, constatées également dans les contrées montagneuses de notre Europe : existence de rivières *conséquentes* répondant au relief primitif ; formation postérieure d'autres rivières, dites *subséquentes*, se rattachant aux modifications subies par l'ancien relief au cours des âges ; capture des rivières les moins douées au point de vue de la masse et de la pente par des rivières voisines en possession de plus d'énergie ; décapitation d'autres rivières dont les eaux de tête (région des sources) s'écoulent dans un sens opposé à celui qu'elles suivirent d'abord ; partage d'un cours d'eau autrefois continu en deux ou trois tronçons désormais indépendants ; remplissage de certains bassins d'effondrement par des lacs de montagnes sans écoulement à l'extérieur ou ne possédant que des émissaires souterrains, etc., etc.

Dans ces circonstances si variées, et quelles que soient la simplicité ou la complication tectonique de la contrée entaillée par

les rivières, l'observateur constate chez elles un directeur constant du travail, à savoir : la tendance à former leur profil d'équilibre qui est le terme final. L'âge d'une rivière et de ses affluents se mesure à la distance où ils sont de ce terme final. Un réseau fluvial a donc sa jeunesse, sa maturité, sa vieillesse. M. Davis, cité par M. de Lapparent, a trace magistralement les caractères géographiques auquels on reconnaît ces divers âges. Ces stades successifs, il est vrai, peuvent être accélérés, retardés, suspendus; mais ils finissent par prévaloir à la longue, à une condition, bien entendu, c'est que le fondement du pays demeure stable par rapport au niveau marin; qu'il n'intervienne ni dénivellation, ni plissement provoqué par des actions internes. Le résultat définitif sera l'aplanissement général, et la formation d'une *pénéplaine,* suivant le terme d'origine américaine et que M. de Lapparent fait heureusement passer, à notre avis, dans la langue géologique française. Il définit très bien la pénéplaine, *une surface engendrée par la combinaison de tous les profils d'équilibre des cours d'eaux.* Le plateau de l'Ardenne fournit l'exemple d'une ancienne pénéplaine.

Mais l'acheminement normal vers cet état final est susceptible d'être troublé ou interrompu par les agents qui ont leur point de départ à l'intérieur du globe et qui se produisent à la surface comme volcans, mouvements séismiques, orogéniques, déplacements du niveau marin. Sous ces influences, désignées par M. de Lapparent comme *influences tectoniques actives,* les altitudes et les profils peuvent subir des transformations telles, qu'ils imposeront un mode nouveau d'adaptation au réseau fluvial du pays, en même temps qu'un nouveau cycle d'érosion aux rivières. Ainsi, par exemple, dans les mouvements *négatifs* de la mer (élévations progressives du continent relativement à l'ancien niveau de celle-ci), l'abaissement du niveau de base restitue l'énergie de la jeunesse aux eaux courantes qui s'accélèrent, entament à nouveau leur lit; et des gorges plus ou moins profondes se creuseront parfois dans la région la plus inférieure d'un fleuve. Que le soulèvement suffisamment lent mais continu d'un pays constitué par des plateaux atteigne plusieurs milliers de mètres, comme cela s'est passé dans le Far-West des États-Unis, une grande rivière, sans changer sa première direction et ses principaux méandres, s'encaissera de plus en plus dans des tranchées à parois presque verticales, œuvre de son pouvoir érosif. C'est le secret des *cañons* célèbres du Colorado. Il arrive même que le soulèvement du pays opéré transversalement au

cours du fleuve n'en oblitère pas la direction; parce que le trop plein des retenues et des lacs formés alors par des barrages temporaires se déverse en travers de l'obstacle par des cataractes et des rapides dont la puissance mécanique entaille les roches les plus dures. Là repose l'explication du paradoxe géographique que nous offrent ces fleuves dont la partie supérieure s'écoule en plaine dans des régions médiocrement accidentées, et dont le cours moyen s'engage dans des massifs d'une élévation considérable qu'ils franchissent en descendant des vallées très profondes. Tels, le Rhin entre Mayence et Coblentz; la Meuse, entre Charleville et Givet, etc. Tout cela suppose que la déformation orographique ne s'accomplit pas plus rapidement que le travail de l'excavation par les eaux; et comme ce dernier, en admettant les circonstances les plus favorables, a exigé une durée immense pour excaver, par exemple, les tranchées du Hunsrück et de l'Ardenne, il démontre du même coup la lenteur avec laquelle s'opèrent les déformations de l'écorce terrestre. Une autre conséquence, c'est que la direction adoptée par des rivières peut représenter un état de choses antérieur au dessin actuel de la contrée.

Mais il est évident que si quelque fleuve important a pu demeurer fidèle à sa direction en dépit des changements imposés par les forces internes du globe, le tracé de beaucoup d'affluents découle de ces changements mêmes et, qu'au total, le réseau fluvial a pu subir beaucoup de transformations. Ce réseau devient alors *complexe,* parce qu'il participe à la fois d'un état physique antérieur et des révolutions qui s'y sont opérées plus tard. C'est notamment ce qui survient, comme l'expose M. de Lapparent, quand des phénomènes éruptifs ont surgi dans le pays pendant son développement hydrographique. L'importance du changement dépend d'ailleurs de l'ampleur des phénomènes volcaniques. Mais il est clair que des coulées puissantes de laves, comme celles des anciens volcans d'Ecosse, des massifs du volume de l'Etna ou du Vogelsberg, en comblant des vallées ou en effaçant des plaines, doivent altérer profondément la topographie, déterminer de nouveaux centres de dispersion d'eaux courantes et créer tout un système fluvial dont l'observateur est à même de constater plus d'une fois l'agencement avec ce qui subsiste de l'ancien réseau des rivières. C'est ce que constate M. de Lapparent par des exemples typiques.

Aux actions précitées qui viennent compliquer, entraver ou transformer l'évolution hydrographique telle qu'elle s'accom-

plirait si la dénudation et l'érosion normales s'accomplissaient seules. Il convient d'ajouter les énormes dépôts morainiques que les grands glaciers de l'époque quaternaire ont déversé sur toute la zone périphérique des montagnes européennes et des plateaux arctiques où étaient situés leurs centres de dépression. La superposition de ces masses de transport et des glaces gigantesques qui les apportaient a transformé l'ancien relief et a pris une part colossale, longtemps inconnue, à la topographie comme au système fluvial de beaucoup de contrées des deux mondes. Les recherches récentes de ces derniers temps ont démontré l'importance de ce facteur en ce qui concerne le Rhône, le Rhin et tous les grands fleuves de l'Allemagne du Nord. Les géologues et les glacialistes américains surtout en ont relevé avec une rare sagacité les conséquences curieuses dans leurs admirables études sur l'histoire des grands lacs et des rivières qui appartiennent à leur bassin, études dont M. de Lapparent est parvenu à donner une idée nette en peu de pages. Nous ne signalons ici que quelques points, mais l'auteur envisage de la même façon toutes les circonstances qui influent sur l'activité et la direction de l'érosion par l'eau, et dont il est possible de ressaisir la trace dans la structure d'un pays. Rien de plus instructif que l'application qu'il fait de ces méthodes de recherches au littoral atlantique des États-Unis, et à l'histoire de quelques rivières célèbres, comme le Pô, le Rhin, la Seine et ses affluents dans le bassin de Paris.

Après quoi, il traite du modelé des régions où l'action externe de l'eau courante est à peu près annulée, soit parce que le produit des pluies disparaît dans les fentes et les cavités intérieures d'un sol trop absorbant (région calcaire du Karst); soit parce que les précipitations atmosphériques font défaut, d'où résultent la suppression plus ou moins complète de la végétation et la formation de déserts. Dans ce dernier cas, c'est à l'insolation et aux courants de l'atmosphère à préparer la désagrégation des roches et à sculpter le paysage. De là les immenses dunes continentales du Sahara et de l'Arabie, et les steppes.

La première partie des *Leçons de géographie physique* se termine par l'étude du modelé des rivages maritimes. L'analyse des formes si contrastantes assumées par les rivages a été scrutée très attentivement et avec grand succès de nos jours. On en a classé heureusement les principaux types en les rattachant à leur origine. M. de Lapparent les fait connaître dans un de ses meilleurs chapitres où il aborde tour à tour les rivages en

falaises et les côtes plates, les fjords, les rias, les types dalmates, les estuaires et les deltas, les côtes d'effondrement et les bords coralliens.

A s'en tenir aux strictes limites de la géographie physique prise au sens classique, M. de Lapparent pouvait se borner à ce qui précède; car on assigne communément pour objet à cette science la disposition du monde où vit l'humanité à partir de l'état de choses qui l'a précédé *immédiatement* (1). Les progrès accomplis dans la science géographique contraignent aujourd'hui de remonter plus haut qu'on ne le faisait naguère, et le domaine s'agrandit. Quand on cherche l'explication des choses à l'aide de leur histoire, ce qui est la marche rationnelle, on est entraîné vers un passé de plus en plus reculé. Le passé, dans l'espèce, c'est la géologie qui nous le livre. Pour laisser à la géographie physique la part de lumière et d'intérêt qu'elle comporte, il faut donc entrer dans la *Paléogéographie*, qui n'est autre que la géographie des temps antérieurs. Un géologue de la valeur de M. de Lapparent n'était pas homme à s'y refuser. Il y prépare ses lecteurs par ses quatorzième et quinzième leçons que nous considérons comme une deuxième section de son ouvrage, préparatoire à la troisième.

Cette seconde section rappelle d'abord les lois générales de la sédimentation, la suite des temps géologiques, marquée par la superposition des formations et par la succession des types fossilifères qui s'y rencontrent, ainsi que le rôle des agents internes en tant qu'ils déplacent et disloquent les couches sédimentaires préexistantes et y insèrent des masses d'origine éruptive. C'est une jouissance pour l'homme du métier que de lire cette exposition rapide des périodes géologiques, claire, substantielle, parfaitement appropriée à son but. Seulement, nous doutons que le lecteur étranger à la géologie puisse en apprécier toute la portée. Notre auteur porte ensuite l'attention sur la valeur qu'il convient d'accorder aux essais de restitution des terres et des mers aux époques géologiques ; sur l'impossibilité même d'y fixer le point de départ de toute carte géographique précise, la contemporanéité des divers dépôts marins, lacustres ou continentaux en un moment donné ne pouvant jamais être établie avec certitude, même à l'aide de la paléontologie. Il signale aussi des lacunes

(1) A. Supan. *Grundzüge der physischen Erdkunde*, p. 11.

inexorables résultant de la dénudation, de l'ensevelissement de beaucoup de terrains au fond des mers ou sous un manteau trop épais de formations postérieures : autant d'obstacles qui s'accumulent à mesure que l'on s'arrête à des périodes plus anciennes de l'histoire du globe. Ajoutez que 27 p. c. de la surface totale de nos continents restent encore inexplorés par les géologues. Nonobstant toutes les difficultés, M. de Lapparent maintient que l'on peut tirer déjà de l'observation des indications précieuses touchant les transformations qu'a subies la figure extérieure de notre monde depuis des millions d'années. On peut, selon lui, démêler d'une manière approximative les limites des océans et de la terre ferme en des temps très reculés, constater l'emplacement de chaînes de montagnes, actuellement plus ou moins nivelées, qui hérissaient les vieux continents et saisir quelque chose de leur relief par rapport au niveau maritine.

Il ne faut pas perdre de vue que, dans ces affirmations, notre auteur ne s'avance pas plus que ne le font MM. Suess, Neumayr, Richthofen, Marcel Bertrand, Penck, Jukes Browne, Blanfort, Dana, Walcott, Davis, Chamberlin, M'Gee, et beaucoup d'autres spécialistes en Europe et en Amérique.

D'après l'ensemble de ces autorités, M. de Lapparent résume les grands traits de la paléogéographie du globe depuis la fin de l'ère archéenne, laquelle comprend, comme on sait, les schistes cristallins, c'est-à-dire les gneiss, les micaschistes et les phyllades. Il admet comme données très probables :

1° L'existence, au début des temps paléozoïques, d'un continent boréal formé de roches archéennes et s'étendant de l'Amérique à la Sibérie orientale et à la Chine à travers l'Europe septentrionale. Ce continent s'entoure et s'accroît en surface par l'apport des dépôts d'énorme épaisseur formés pendant les époques précambrienne, cambrienne, silurienne, dévonienne et carbonifère. Une grande partie de ces dépôts a été portée au-dessus du niveau marin par des mouvements orogéniques qui les ont redressés et plissés, mouvements dont il est aisé de fixer la date géologique. Des dépôts appartenant aux mêmes périodes et entourant des noyaux plus ou moins étendus de schistes cristallins constituent de vastes plateaux dans l'Amérique du Sud, l'Afrique australe, les Indes anglaises, l'Australie. Ils décèlent dans la zone voisine de l'équateur, la présence de terres émergées de très grande étendue où il est permis de voir les restes d'un continent tropical qui faisait pendant au continent boréal. Des arguments très sérieux, puisés notamment dans la similitude

des flores, conduisent à reconnaître que ce continent, réunissant le Brésil à l'Inde et à l'Australie, remplaçait pour une large part ce que nous nommons aujourd'hui l'Atlantique austral et l'océan Indien. Finalement, entre les masses continentales précitées, devait subsister une zone maritime plus ou moins parallèle à l'équateur et qui, partant de l'océan Pacifique, lequel avait dès lors acquis ses contours généraux, occupait l'Amérique centrale, la région méditerranéenne, la Turquie d'Asie, la Perse et l'Himalaya. M. de Lapparent insère un planisphère du globe tel qu'il pouvait être vers la fin de la période carbonifère. A s'en rapporter à cette carte hypothétique, les continents auraient atteint alors leur maximum d'extension et leur surface n'aurait guère été dépassée par celle des océans.

2° Pendant les temps secondaires et tertiaires, il est un premier fait capital à noter : c'est le développement de l'action de plissement et des rides montagneuses à la marge méridionale du continent du nord et dans la zone maritime intermédiaire, tandis que les plates-formes visibles du Brésil, de l'Afrique, du Dekkan et de l'Australie ont résisté à la pression tangentielle née de la contraction du globe, et ont gardé une stabilité relative. Le plus souvent les sédiments secondaires et tertiaires qui s'y sont superposés sont restés horizontaux et accusent une origine continentale. La transition de la géographie paléozoïque à la géographie moderne du globe s'effectue par des effondrements longtemps méconnus ; par des mouvements d'avance ou de recul des océans dont quelques-uns, comme la transgression du crétacé supérieur, ont une ampleur étonnante, la cause demeurant encore un problème non résolu ; par les plissements de couches qui ont redressé les Alpes, le Caucase, l'Himalaya, les Andes, etc., plissements qui s'appliquent toujours contre des massifs stables lesquels ont fait l'office de butoirs, conformément à la loi si heureusement saisie par Suess. Déjà à l'époque jurassique le grand continent tropical était fort échancré et morcelé, les liaisons continentales de l'Afrique avec l'Inde et l'Amérique étaient amoindries ; la mer intermédiaire des temps paléozoïques s'accroissait dans de grandes proportions, et les anciens continents du nord abandonnaient de grands espaces dans la région arctique, comme l'indique la carte que M. de Lapparent emprunte à Neumayr. Plus tard l'invasion de la mer crétacée découpe en archipels l'emplacement actuel de l'Europe et de l'Amérique du Nord, archipels dont il appartient à l'ère tertiaire de faire disparaître peu à peu les détroits. Bientôt Madagascar

durant les derniers âges du globe, est manifeste dans les Apalaches, les Rocheuses et la côte du Pacifique, dans les Antilles et le Venezuela. Nous ignorons si cette division nouvelle remplacera celle qui prévaut depuis quelques années. Quoi qu'il en soit, elle a le mérite de répondre à l'évolution générale depuis une époque très reculée, et de distinguer assez nettement le théâtre où ont prévalu les mouvements qui ont formé peu à peu le monde moderne.

La troisième section de l'ouvrage de M. de Lapparent (leçons 16-25) est une description tantôt plus succincte, tantôt plus détaillée des régions physiques des continents envisagées au point de vue de leur origine. C'est une explication et comme une justification des formes topographiques qui les caractérisent, tirées de leur structure et de leur histoire géologique. La possibilité d'esquisser de nos jours et sans invraisemblance un essai de ce genre, embrassant toutes les parties du monde et appuyé sur un nombre considérable de données positives, est une chose étonnante, qui fait honneur à l'esprit et au courage humains. On ne saurait alléguer une meilleure preuve de l'activité des explorateurs et des savants adonnés à l'étude du globe. C'est un essai d'ailleurs, destiné sans aucun doute à recevoir autant de corrections de détail que de compléments. Mais on s'y avance dans la voie légitime ; on y applique une méthode rationnelle à l'interprétation de faits de plus en plus nombreux, de mieux en mieux définis. C'est pourquoi certaines conclusions seront peu modifiées. Les conclusions, d'ailleurs, gagnent ou perdent en précision et en probabilité selon qu'il s'agit de l'Europe occidentale et centrale disséquée par des centaines de savants, ou bien des régions lointaines si imparfaitement explorées de l'Asie, de l'Afrique et des Amériques. Les proportions adoptées dans le livre de M. de Lapparent répondent assez bien à ces inégalités de nos connaissances. Six leçons y sont consacrées à l'Europe; les autres parties du monde réunies n'en comprennent que quatre.

Dans cette dernière partie de son ouvrage, M. de Lapparent groupe et résume avant tout des travaux émanés de savants étrangers à la France et notamment des allemands. Il s'est inspiré de la *Länderkunde* de Kirchhoff, savant recueil où sont insérés des mémoires importants de Penck et de Th. Fischer ; il a puisé largement dans l'*Antlitz der Erde* d'Ed. Suess, dans les volumes *Asien, Africa, America* de Sievers. Presque tout le chapitre relatif à l'Amérique du Nord est tiré des savants des

États-Unis et du Canada; et ainsi de suite. Les considérations groupées dans ces leçons sont donc empruntées à des sources très variées ; elles ont l'avantage de mettre le lecteur français au courant des recherches avec lesquelles il n'est guère familiarisé.

Dans ses descriptions de continents, M. de Lapparent commence par définir les régions naturelles qui les partagent en signalant les traits physiques qui caractérisent nettement chacune d'elles. Il fait ressortir ensuite les liaisons de ces caractères avec les conditions géologiques révélées par la structure et le climat. Montagnes, plateaux, plaines, lacs, réseau hydrographique, rivages, en un mot tous les traits topographiques d'importance sont mis en rapport avec leurs causes certaines ou probables, proches ou éloignées. Le plus souvent, et comme il est naturel, l'auteur insiste sur les phénomènes accomplis dans les derniers âges du globe, pendant l'ère tertiaire et la phase quaternaire.

Nous ne nous étendrons pas davantage. Les lecteurs de notre Revue, en lisant la description des Iles Britanniques insérée par M. de Lapparent dans la livraison de janvier 1896, peuvent se former une juste idée de sa méthode, de sa connaissance du sujet et du mérite de son exposition. En ce qui nous concerne, nous considérons ces *Leçons de géographie physique* et en particulier la description des continents comme un complément précieux des traités de géologie générale. Car, en l'état de la science, on est contraint dans ces ouvrages de donner un aperçu de la composition des systèmes correspondants pris dans des pays différents, et il est impossible d'y éviter l'aridité si l'on s'en tient là. Mais l'aspect change et l'ennui fait place à l'intérêt quand, à l'exemple de notre savant ami dans son dernier ouvrage, on épie les détails des couches et leurs relations mutuelles dans le but de la synthèse géographique.

C. de la Vallée Poussin.

## II.

Traité de Mécanique rationnelle, par P. Appell, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences. Tome II : Dynamique des systèmes ; — Mécanique analytique. — 1 vol. in-8°, de 538 pages. — Paris, Gauthier-Villars et fils; 1896.

Le tome II du *Traité de Mécanique* de M. Appell vient de

paraître, suivant le tome I (1) à deux années d'intervalle; personne ne saurait, certes, trouver que c'est trop de deux ans pour mettre au point un volume d'une telle importance, aussi soigné dans le détail qu'excellemment conçu dans son ensemble.

Le chapitre XVI, relatif à la *Dynamique analytique du point*, par lequel s'ouvre le tome II, se rattache plutôt, par sa nature, au tome I consacré à la Mécanique du point. Ce n'est, sans doute, que pour tenir, au point de vue de l'étendue, la balance plus égale entre les deux volumes qu'il a été reporté ici. Mais on peut considérer aussi qu'il constitue une sorte d'introduction à la Mécanique analytique des systèmes en permettant au lecteur de faire, sur le cas le plus simple, une première connaissance avec les principes de cette science.

Dans ce chapitré, consacré aux équations canoniques d'Hamilton et au célèbre théorème de Jacobi, le côté purement analytique de la théorie prend nécessairement une grande importance, et, sous la plume d'un mathématicien tel que M. Appell, cette importance est loin de décroître; mais — et c'est là un point sur lequel nous croyons devoir particulièrement insister — ce n'est en aucune façon au détriment du côté mécanique. Les fondateurs de cette théorie étaient, il faut bien le dire, avant tout des analystes, et peut-être, dans l'exposé qui est ordinairement fait de leurs belles découvertes, oublie-t-on un peu le but auquel doivent tendre ces spéculations abstraites. Séduit par l'élégance de l'outil, on a quelque tendance à s'absorber dans sa contemplation, sans songer assez à en faire usage pour défricher le domaine de la Mécanique, à telle enseigne même que certaines personnes en sont venues à douter de sa réelle efficacité à ce point de vue. M. Appell ne saurait encourir un tel reproche. Il nous semble tout au contraire que jamais encore on n'a groupé tant d'applications de la théorie, que jamais surtout on n'en a poussé la discussion plus à fond.

Sous ce rapport l'étude des trois derniers paragraphes est des plus instructives, particulièrement en ce qui concerne les équations du mouvement d'une planète sous la forme que leur a donnée Jacobi, la détermination des lignes géodésiques des surfaces de Liouville, enfin les applications si curieuses du principe de la moindre action aux courbes brachistochrones, au problème de la réfraction, à l'équilibre des fils libres ou mobiles sur une surface, lorsqu'il existe une fonction de forces, questions qui doivent à M. Appell lui-même de très notables perfectionnements.

(1) Voir la livraison d'avril 1894, p. 621.

les rivières, l'observateur constate chez elles un directeur constant du travail, à savoir : la tendance à former leur profil d'équilibre qui est le terme final. L'âge d'une rivière et de ses affluents se mesure à la distance où ils sont de ce terme final. Un réseau fluvial a donc sa jeunesse, sa maturité, sa vieillesse. M. Davis, cité par M. de Lapparent, a tracé magistralement les caractères géographiques auquels on reconnaît ces divers âges. Ces stades successifs, il est vrai, peuvent être accélérés, retardés, suspendus; mais ils finissent par prévaloir à la longue, à une condition, bien entendu, c'est que le fondement du pays demeure stable par rapport au niveau marin; qu'il n'intervienne ni dénivellation, ni plissement provoqué par des actions internes. Le résultat définitif sera l'aplanissement général, et la formation d'une *pénéplaine,* suivant le terme d'origine américaine et que M. de Lapparent fait heureusement passer, à notre avis, dans la langue géologique française. Il définit très bien la pénéplaine, *une surface engendrée par la combinaison de tous les profils d'équilibre des cours d'eaux.* Le plateau de l'Ardenne fournit l'exemple d'une ancienne pénéplaine.

Mais l'acheminement normal vers cet état final est susceptible d'être troublé ou interrompu par les agents qui ont leur point de départ à l'intérieur du globe et qui se produisent à la surface comme volcans, mouvements séismiques, orogéniques, déplacements du niveau marin. Sous ces influences, désignées par M. de Lapparent comme *influences tectoniques actives,* les altitudes et les profils peuvent subir des transformations telles, qu'ils imposeront un mode nouveau d'adaptation au réseau fluvial du pays, en même temps qu'un nouveau cycle d'érosion aux rivières. Ainsi, par exemple, dans les mouvements *négatifs* de la mer (élévations progressives du continent relativement à l'ancien niveau de celle-ci), l'abaissement du niveau de base restitue l'énergie de la jeunesse aux eaux courantes qui s'accélèrent, entament à nouveau leur lit; et des gorges plus ou moins profondes se creuseront parfois dans la région la plus inférieure d'un fleuve. Que le soulèvement suffisamment lent mais continu d'un pays constitué par des plateaux atteigne plusieurs milliers de mètres, comme cela s'est passé dans le Far-West des États-Unis, une grande rivière, sans changer sa première direction et ses principaux méandres, s'encaissera de plus en plus dans des tranchées à parois presque verticales, œuvre de son pouvoir érosif. C'est le secret des *cañons* célèbres du Colorado. Il arrive même que le soulèvement du pays opéré transversalement au

cours du fleuve n'en oblitère pas la direction; parce que le trop plein des retenues et des lacs formés alors par des barrages temporaires se déverse en travers de l'obstacle par des cataractes et des rapides dont la puissance mécanique entaille les roches les plus dures. Là repose l'explication du paradoxe géographique que nous offrent ces fleuves dont la partie supérieure s'écoule en plaine dans des régions médiocrement accidentées, et dont le cours moyen s'engage dans des massifs d'une élévation considérable qu'ils franchissent en descendant des vallées très profondes. Tels, le Rhin entre Mayence et Coblentz; la Meuse, entre Charleville et Givet, etc. Tout cela suppose que la déformation orographique ne s'accomplit pas plus rapidement que le travail de l'excavation par les eaux; et comme ce dernier, en admettant les circonstances les plus favorables, a exigé une durée immense pour excaver, par exemple, les tranchées du Hunsrück et de l'Ardenne, il démontre du même coup la lenteur avec laquelle s'opèrent les déformations de l'écorce terrestre. Une autre conséquence, c'est que la direction adoptée par des rivières peut représenter un état de choses antérieur au dessin actuel de la contrée.

Mais il est évident que si quelque fleuve important a pu demeurer fidèle à sa direction en dépit des changements imposés par les forces internes du globe, le tracé de beaucoup d'affluents découle de ces changements mêmes et, qu'au total, le réseau fluvial a pu subir beaucoup de transformations. Ce réseau devient alors *complexe,* parce qu'il participe à la fois d'un état physique antérieur et des révolutions qui s'y sont opérées plus tard. C'est notamment ce qui survient, comme l'expose M. de Lapparent, quand des phénomènes éruptifs ont surgi dans le pays pendant son développement hydrographique. L'importance du changement dépend d'ailleurs de l'ampleur des phénomènes volcaniques. Mais il est clair que des coulées puissantes de laves, comme celles des anciens volcans d'Ecosse, des massifs du volume de l'Etna ou du Vogelsberg, en comblant des vallées ou en effaçant des plaines, doivent altérer profondément la topographie, déterminer de nouveaux centres de dispersion d'eaux courantes et créer tout un système fluvial dont l'observateur est à même de constater plus d'une fois l'agencement avec ce qui subsiste de l'ancien réseau des rivières. C'est ce que constate M. de Lapparent par des exemples typiques.

Aux actions précitées qui viennent compliquer, entraver ou transformer l'évolution hydrographique telle qu'elle s'accom-

plirait si la dénudation et l'érosion normales fonctionnaient seules, il convient d'ajouter les énormes dépôts morainiques que les grands glaciers de l'époque quaternaire ont déversé sur toute la zone périphérique des montagnes européennes et des plateaux arctiques où étaient situés leurs centres de dépression. La superposition de ces masses de transport et des glaces gigantesques qui les apportaient a transformé l'ancien relief et a pris une part colossale, longtemps inconnue, à la topographie comme au système fluvial de beaucoup de contrées des deux mondes. Les recherches récentes de ces derniers temps ont démontré l'importance de ce facteur en ce qui concerne le Rhône, le Rhin et tous les grands fleuves de l'Allemagne du Nord. Les géologues et les glacialistes américains surtout en ont relevé avec une rare sagacité les conséquences curieuses dans leurs admirables études sur l'histoire des grands lacs et des rivières qui appartiennent à leur bassin, études dont M. de Lapparent est parvenu à donner une idée nette en peu de pages. Nous ne signalons ici que quelques points, mais l'auteur envisage de la même façon toutes les circonstances qui influent sur l'activité et la direction de l'érosion par l'eau, et dont il est possible de ressaisir la trace dans la structure d'un pays. Rien de plus instructif que l'application qu'il fait de ces méthodes de recherches au littoral atlantique des États-Unis, et à l'histoire de quelques rivières célèbres, comme le Pô, le Rhin, la Seine et ses affluents dans le bassin de Paris.

Après quoi, il traite du modelé des régions où l'action externe de l'eau courante est à peu près annulée, soit parce que le produit des pluies disparaît dans les fentes et les cavités intérieures d'un sol trop absorbant (région calcaire du Karst); soit parce que les précipitations atmosphériques font défaut, d'où résultent la suppression plus ou moins complète de la végétation et la formation de déserts. Dans ce dernier cas, c'est à l'insolation et aux courants de l'atmosphère à préparer la désagrégation des roches et à sculpter le paysage. De là les immenses dunes continentales du Sahara et de l'Arabie, et les steppes.

La première partie des *Leçons de géographie physique* se termine par l'étude du modelé des rivages maritimes. L'analyse des formes si contrastantes assumées par les rivages a été scrutée très attentivement et avec grand succès de nos jours. On en a classé heureusement les principaux types en les rattachant à leur origine. M. de Lapparent les fait connaître dans un de ses meilleurs chapitres où il aborde tour à tour les rivages en

falaises et les côtes plates, les fjords, les rias, les types dalmates, les estuaires et les deltas, les côtes d'effondrement et les bords coralliens.

A s'en tenir aux strictes limites de la géographie physique prise au sens classique, M. de Lapparent pouvait se borner à ce qui précède; car on assigne communément pour objet à cette science la disposition du monde où vit l'humanité à partir de l'état de choses qui l'a précédé *immédiatement* (1). Les progrès accomplis dans la science géographique contraignent aujourd'hui de remonter plus haut qu'on ne le faisait naguère, et le domaine s'agrandit. Quand on cherche l'explication des choses à l'aide de leur histoire, ce qui est la marche rationnelle, on est entraîné vers un passé de plus en plus reculé. Le passé, dans l'espèce, c'est la géologie qui nous le livre. Pour laisser à la géographie physique la part de lumière et d'intérêt qu'elle comporte, il faut donc entrer dans la *Paléogéographie*, qui n'est autre que la géographie des temps antérieurs. Un géologue de la valeur de M. de Lapparent n'était pas homme à s'y refuser. Il y prépare ses lecteurs par ses quatorzième et quinzième leçons que nous considérons comme une deuxième section de son ouvrage, préparatoire à la troisième.

Cette seconde section rappelle d'abord les lois générales de la sédimentation, la suite des temps géologiques, marquée par la superposition des formations et par la succession des types fossilifères qui s'y rencontrent, ainsi que le rôle des agents internes en tant qu'ils déplacent et disloquent les couches sédimentaires préexistantes et y insèrent des masses d'origine éruptive. C'est une jouissance pour l'homme du métier que de lire cette exposition rapide des périodes géologiques, claire, substantielle, parfaitement appropriée à son but. Seulement, nous doutons que le lecteur étranger à la géologie puisse en apprécier toute la portée. Notre auteur porte ensuite l'attention sur la valeur qu'il convient d'accorder aux essais de restitution des terres et des mers aux époques géologiques ; sur l'impossibilité même d'y fixer le point de départ de toute carte géographique précise, la contemporanéité des divers dépôts marins, lacustres ou continentaux en un moment donné ne pouvant jamais être établie avec certitude, même à l'aide de la paléontologie. Il signale aussi des lacunes

(1) A. Supan. *Grundzüge der physischen Erdkunde*, p. 11.

inexorables résultant de la dénudation, de l'ensevelissement de beaucoup de terrains au fond des mers ou sous un manteau trop épais de formations postérieures : autant d'obstacles qui s'accumulent à mesure que l'on s'arrête à des périodes plus anciennes de l'histoire du globe. Ajoutez que 27 p. c. de la surface totale de nos continents restent encore inexplorés par les géologues. Nonobstant toutes les difficultés, M. de Lapparent maintient que l'on peut tirer déjà de l'observation des indications précieuses touchant les transformations qu'a subies la figure extérieure de notre monde depuis des millions d'années. On peut, selon lui, démêler d'une manière approximative les limites des océans et de la terre ferme en des temps très reculés, constater l'emplacement de chaînes de montagnes, actuellement plus ou moins nivelées, qui hérissaient les vieux continents et saisir quelque chose de leur relief par rapport au niveau maritine.

Il ne faut pas perdre de vue que, dans ces affirmations, notre auteur ne s'avance pas plus que ne le font MM. Suess, Neumayr, Richthofen, Marcel Bertrand, Penck, Jukes Browne, Blanfort, Dana, Walcott, Davis, Chamberlin, M'Gee, et beaucoup d'autres spécialistes en Europe et en Amérique.

D'après l'ensemble de ces autorités, M. de Lapparent résume les grands traits de la paléogéographie du globe depuis la fin de l'ère archéenne, laquelle comprend, comme on sait, les schistes cristallins, c'est-à-dire les gneiss, les micaschistes et les phyllades. Il admet comme données très probables :

1° L'existence, au début des temps paléozoïques, d'un continent boréal formé de roches archéennes et s'étendant de l'Amérique à la Sibérie orientale et à la Chine à travers l'Europe septentrionale. Ce continent s'entoure et s'accroît en surface par l'apport des dépôts d'énorme épaisseur formés pendant les époques précambrienne, cambrienne, silurienne, dévonienne et carbonifère. Une grande partie de ces dépôts a été portée au-dessus du niveau marin par des mouvements orogéniques qui les ont redressés et plissés, mouvements dont il est aisé de fixer la date géologique. Des dépôts appartenant aux mêmes périodes et entourant des noyaux plus ou moins étendus de schistes cristallins constituent de vastes plateaux dans l'Amérique du Sud, l'Afrique australe, les Indes anglaises, l'Australie. Ils décèlent dans la zone voisine de l'équateur, la présence de terres émergées de très grande étendue où il est permis de voir les restes d'un continent tropical qui faisait pendant au continent boréal. Des arguments très sérieux, puisés notamment dans la similitude

des flores, conduisent à reconnaître que ce continent, réunissant le Brésil à l'Inde et à l'Australie, remplaçait pour une large part ce que nous nommons aujourd'hui l'Atlantique austral et l'océan Indien. Finalement, entre les masses continentales précitées, devait subsister une zone maritime plus ou moins parallèle à l'équateur et qui, partant de l'océan Pacifique, lequel avait dès lors acquis ses contours généraux, occupait l'Amérique centrale, la région méditerranéenne, la Turquie d'Asie, la Perse et l'Himalaya. M. de Lapparent insère un planisphère du globe tel qu'il pouvait être vers la fin de la période carbonifère. A s'en rapporter à cette carte hypothétique, les continents auraient atteint alors leur maximum d'extension et leur surface n'aurait guère été dépassée par celle des océans.

2° Pendant les temps secondaires et tertiaires, il est un premier fait capital à noter : c'est le développement de l'action de plissement et des rides montagneuses à la marge méridionale du continent du nord et dans la zone maritime intermédiaire, tandis que les plates-formes visibles du Brésil, de l'Afrique, du Dekkan et de l'Australie ont résisté à la pression tangentielle née de la contraction du globe, et ont gardé une stabilité relative. Le plus souvent les sédiments secondaires et tertiaires qui s'y sont superposés sont restés horizontaux et accusent une origine continentale. La transition de la géographie paléozoïque à la géographie moderne du globe s'effectue par des effondrements longtemps méconnus ; par des mouvements d'avance ou de recul des océans dont quelques-uns, comme la transgression du crétacé supérieur, ont une ampleur étonnante, la cause demeurant encore un problème non résolu ; par les plissements de couches qui ont redressé les Alpes, le Caucase, l'Himalaya, les Andes, etc., plissements qui s'appliquent toujours contre des massifs stables lesquels ont fait l'office de butoirs, conformément à la loi si heureusement saisie par Suess. Déjà à l'époque jurassique le grand continent tropical était fort échancré et morcelé, les liaisons continentales de l'Afrique avec l'Inde et l'Amérique étaient amoindries ; la mer intermédiaire des temps paléozoïques s'accroissait dans de grandes proportions, et les anciens continents du nord abandonnaient de grands espaces dans la région arctique, comme l'indique la carte que M. de Lapparent emprunte à Neumayr. Plus tard l'invasion de la mer crétacée découpe en archipels l'emplacement actuel de l'Europe et de l'Amérique du Nord, archipels dont il appartient à l'ère tertiaire de faire disparaître peu à peu les détroits. Bientôt Madagascar

se sépare de l'Inde, l'Afrique de l'Amérique du Sud, l'Europe des Etats-Unis. L'océan Indien et l'Atlantique prennent des contours approchants de ceux d'aujourd'hui, à la réserve de l'Atlantique nord; car la liaison continentale de l'Écosse avec l'Islande et le Groenland ne semble avoir pris fin que peu de temps avant la venue de l'homme. Au cours des mêmes périodes, les vicissitudes subies par la Méditerranée forment un des épisodes les plus curieux et les mieux connus de la paléogéographie. C'est d'abord une vaste mer à régime essentiellement pélagique et qui traverse tout l'ancien continent. Puis cette mer est coupée à l'orient par l'émersion de l'Asie antérieure et de l'Arabie. Un moment le relèvement de son bassin la réduit à un réseau de lagunes d'eaux saumâtres; mais le retentissement des grands mouvements orogéniques de la zone alpine y entraîne l'affaissement d'une partie des territoires émergés glissant le long de cassures, et le dernier mot de ces révolutions est notre Méditerranée actuelle avec ses fosses profondes tyrrhénienne, adriatique, sicilienne, y compris la mer Égée, et sa communication avec l'Atlantique par Gibraltar. Les derniers effondrements de l'Atlantique auraient précédé ou accompagné la crise climatologique qui a enfanté la grand développement des glaces dans l'hémisphère boréal.

Nous croyons utile d'indiquer ici une observation de l'auteur ayant trait à la division rationnelle de l'ancien continent envisagée du point de vue de la géographie physique.

Depuis Suess, les géographes partagent communément l'ancien monde en deux parties : au nord l'*Eurasie* où l'on fait entrer la région de l'Atlas, au sud l'*Indo-Afrique* où les similitudes géologiques font entrer l'Indoustan, l'Arabie et l'Australie. L'Eurasie, pour l'école de Suess, est le théâtre des grands plissements. Ils font défaut dans l'Indo-Afrique. Il semble plus légitime à M. de Lapparent de distinguer trois parties : un continent boréal ou *paléarctique*, comprenant le nord des Iles Britanniques, la Scandinavie, toute la Russie et la majeure partie de la Sibérie ; au centre, la zone des grands plissements alpins, qui est en même temps celle des effondrements méditerranéens et qui se poursuit jusqu'à l'Indo-Chine et l'Insulinde ; au sud, les restes morcelés du vieux plateau indo-africain. Le nouveau continent se prête également à la division tripartite. Le vieux noyau triangulaire américain de Dana et de ses disciples répond au *paléarctique ;* le massif brésilien à l'Indo-Afrique. Entre deux, la zone des plissements et des effondrements, demeurée telle

durant les derniers âges du globe, est manifeste dans les Apalaches, les Rocheuses et la côte du Pacifique, dans les Antilles et le Venezuela. Nous ignorons si cette division nouvelle remplacera celle qui prévaut depuis quelques années. Quoi qu'il en soit, elle a le mérite de répondre à l'évolution générale depuis une époque très reculée, et de distinguer assez nettement le théâtre où ont prévalu les mouvements qui ont formé peu à peu le monde moderne.

La troisième section de l'ouvrage de M. de Lapparent (leçons 16-25) est une description tantôt plus succincte, tantôt plus détaillée des régions physiques des continents envisagées au point de vue de leur origine. C'est une explication et comme une justification des formes topographiques qui les caractérisent, tirées de leur structure et de leur histoire géologique. La possibilité d'esquisser de nos jours et sans invraisemblance un essai de ce genre, embrassant toutes les parties du monde et appuyé sur un nombre considérable de données positives, est une chose étonnante, qui fait honneur à l'esprit et au courage humains. On ne saurait alléguer une meilleure preuve de l'activité des explorateurs et des savants adonnés à l'étude du globe. C'est un essai d'ailleurs, destiné sans aucun doute à recevoir autant de corrections de détail que de compléments. Mais on s'y avance dans la voie légitime ; on y applique une méthode rationnelle à l'interprétation de faits de plus en plus nombreux, de mieux en mieux définis. C'est pourquoi certaines conclusions seront peu modifiées. Les conclusions, d'ailleurs, gagnent ou perdent en précision et en probabilité selon qu'il s'agit de l'Europe occidentale et centrale disséquée par des centaines de savants, ou bien des régions lointaines si imparfaitement explorées de l'Asie, de l'Afrique et des Amériques. Les proportions adoptées dans le livre de M. de Lapparent répondent assez bien à ces inégalités de nos connaissances. Six leçons y sont consacrées à l'Europe; les autres parties du monde réunies n'en comprennent que quatre.

Dans cette dernière partie de son ouvrage, M. de Lapparent groupe et résume avant tout des travaux émanés de savants étrangers à la France et notamment des allemands. Il s'est inspiré de la *Länderkunde* de Kirchhoff, savant recueil où sont insérés des mémoires importants de Penck et de Th. Fischer ; il a puisé largement dans l'*Antlitz der Erde* d'Ed. Suess, dans les volumes *Asien, Africa, America* de Sievers. Presque tout le chapitre relatif à l'Amérique du Nord est tiré des savants des

États-Unis et du Canada; et ainsi de suite. Les considérations groupées dans ces leçons sont donc empruntées à des sources très variées ; elles ont l'avantage de mettre le lecteur français au courant des recherches avec lesquelles il n'est guère familiarisé.

Dans ses descriptions de continents, M. de Lapparent commence par définir les régions naturelles qui les partagent en signalant les traits physiques qui caractérisent nettement chacune d'elles. Il fait ressortir ensuite les liaisons de ces caractères avec les conditions géologiques révélées par la structure et le climat. Montagnes, plateaux, plaines, lacs, réseau hydrographique, rivages, en un mot tous les traits topographiques d'importance sont mis en rapport avec leurs causes certaines ou probables, proches ou éloignées. Le plus souvent, et comme il est naturel, l'auteur insiste sur les phénomènes accomplis dans les derniers âges du globe, pendant l'ère tertiaire et la phase quaternaire.

Nous ne nous étendrons pas davantage. Les lecteurs de notre Revue, en lisant la description des Iles Britanniques insérée par M. de Lapparent dans la livraison de janvier 1896, peuvent se former une juste idée de sa méthode, de sa connaissance du sujet et du mérite de son exposition. En ce qui nous concerne, nous considérons ces *Leçons de géographie physique* et en particulier la description des continents comme un complément précieux des traités de géologie générale. Car, en l'état de la science, on est contraint dans ces ouvrages de donner un aperçu de la composition des systèmes correspondants pris dans des pays différents, et il est impossible d'y éviter l'aridité si l'on s'en tient là. Mais l'aspect change et l'ennui fait place à l'intérêt quand, à l'exemple de notre savant ami dans son dernier ouvrage, on épie les détails des couches et leurs relations mutuelles dans le but de la synthèse géographique.

C. de la Vallée Poussin.

## II.

Traité de Mécanique rationnelle, par P. Appell, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences. Tome II : Dynamique des systèmes ; — Mécanique analytique. — 1 vol. in-8°, de 538 pages. — Paris, Gauthier-Villars et fils; 1896.

Le tome II du *Traité de Mécanique* de M. Appell vient de

paraître, suivant le tome I (1) à deux années d'intervalle; personne ne saurait, certes, trouver que c'est trop de deux ans pour mettre au point un volume d'une telle importance, aussi soigné dans le détail qu'excellemment conçu dans son ensemble.

Le chapitre XVI, relatif à la *Dynamique analytique du point*, par lequel s'ouvre le tome II, se rattache plutôt, par sa nature, au tome I consacré à la Mécanique du point. Ce n'est, sans doute, que pour tenir, au point de vue de l'étendue, la balance plus égale entre les deux volumes qu'il a été reporté ici. Mais on peut considérer aussi qu'il constitue une sorte d'introduction à la Mécanique analytique des systèmes en permettant au lecteur de faire, sur le cas le plus simple, une première connaissance avec les principes de cette science.

Dans ce chapitré, consacré aux équations canoniques d'Hamilton et au célèbre théorème de Jacobi, le côté purement analytique de la théorie prend nécessairement une grande importance, et, sous la plume d'un mathématicien tel que M. Appell, cette importance est loin de décroître; mais — et c'est là un point sur lequel nous croyons devoir particulièrement insister — ce n'est en aucune façon au détriment du côté mécanique. Les fondateurs de cette théorie étaient, il faut bien le dire, avant tout des analystes, et peut-être, dans l'exposé qui est ordinairement fait de leurs belles découvertes, oublie-t-on un peu le but auquel doivent tendre ces spéculations abstraites. Séduit par l'élégance de l'outil, on a quelque tendance à s'absorber dans sa contemplation, sans songer assez à en faire usage pour défricher le domaine de la Mécanique, à telle enseigne même que certaines personnes en sont venues à douter de sa réelle efficacité à ce point de vue. M. Appell ne saurait encourir un tel reproche. Il nous semble tout au contraire que jamais encore on n'a groupé tant d'applications de la théorie, que jamais surtout on n'en a poussé la discussion plus à fond.

Sous ce rapport l'étude des trois derniers paragraphes est des plus instructives, particulièrement en ce qui concerne les équations du mouvement d'une planète sous la forme que leur a donnée Jacobi, la détermination des lignes géodésiques des surfaces de Liouville, enfin les applications si curieuses du principe de la moindre action aux courbes brachistochrones, au problème de la réfraction, à l'équilibre des fils libres ou mobiles sur une surface, lorsqu'il existe une fonction de forces, questions qui doivent à M. Appell lui-même de très notables perfectionnements.

(1) Voir la livraison d'avril 1894, p. 621.

Non content d'ailleurs d'illustrer la théorie pure par les applications qu'il développe en détail, l'auteur donne en fin de chapitre, sous forme d'exercices, des indications sur un grand nombre d'autres.

La *Dynamique des systèmes* s'ouvre, avec le chapitre XVII, par la théorie purement géométrique des *Moments d'inertie*, qu'il est indispensable de bien connaître pour entamer cette étude. Il n'y a là rien que de très classique, mais il convient de noter le soin avec lequel l'auteur insiste sur les théorèmes fondamentaux, s'attachant par de nombreux exemples à en préciser le sens.

Les *Théorèmes généraux sur le mouvement des systèmes* forment la matière du chapitre XVIII. Ils constituent le pain quotidien de la Mécanique rationnelle. L'art analytique le plus subtil ne saurait, sans leur pleine intelligence, débrouiller le mystère des mouvements. Ce que nous avons déjà dit du soin apporté par M. Appell à mettre en pleine lumière les notions fondamentales permet d'entrevoir la façon dont il présente l'exposé de ces théorèmes.

Nous n'y insisterons donc pas. Notons toutefois, en ce qui concerne le théorème des aires, les remarques relatives à son application dans le cas des systèmes déformables, — remarques auxquelles les récentes dissertations sur le retournement du chat pendant sa chute ont donné de l'actualité; — en ce qui concerne le théorème des forces vives, le souci de l'auteur de mettre en évidence les cas où le travail des forces de liaison est nul. De nombreux exemples servent à préciser la façon dont ces théorèmes doivent être mis en œuvre dans les applications.

Un paragraphe spécial est consacré à la notion de l'*énergie* qu'on ne saurait trop préciser en raison de l'importance fondamentale qu'elle a prise dans le domaine de la Physique. Un peu confuse parfois dans l'esprit de certains physiciens, elle risque, par une tendance à trop généraliser qui fait perdre de vue les conditions requises pour la validité des théorèmes, de les induire à des conclusions erronées. L'exposé présenté par M. Appell est bien fait pour éviter un pareil écueil.

Le chapitre XIX offre un premier ensemble d'application des théorèmes généraux aux *Mouvements parallèles à un plan*, avec considération des frottements de glissement et de roulement. On y rencontre nombre de curieux exemples.

Le chapitre XX, qui a reçu une extension particulière, traite de la question du *Mouvement d'un solide autour d'un point fixe*

sur laquelle, comme on sait, s'est, depuis d'Alembert, particulièrement exercée la sagacité des géomètres. Dans nul autre ouvrage didactique on ne saurait sans doute en trouver une solution poussée plus à fond que celle qui nous est donnée par M. Appell. Sans entrer dans aucun détail, disons que le cas d'intégrabilité d'Euler et de Poinsot, celui où les forces extérieures sont nulles, est traité de façon très complète par les fonctions elliptiques, avec indication de tous les résultats dus à Jacobi. Il va sans dire que la représentation géométrique du mouvement est donnée d'après Poinsot, avec une étude détaillée de l'herpolhodie, voire même la description de l'ingénieux herpolhodographe de MM. Darboux et Kœnigs. L'auteur donne aussi, d'après Halphen, un exemple d'herpolhodie algébrique.

En ce qui concerne le solide pesant, dans le cas de Lagrange et de Poisson, celui où l'ellipsoïde d'inertie est de révolution autour d'un axe passant par le centre de gravité, l'intégration est poussée jusqu'au bout, avec indication, d'après M. Greenhill, d'un cas curieux de réduction aux intégrales pseudo-elliptiques. Un exposé sommaire est aussi donné du cas d'intégrabilité de M^me^ Kowalewski. Enfin l'auteur traite deux exemples particuliers dans l'un desquels intervient le frottement, dans l'autre une résistance de milieu.

Nombre d'intéressants résultats particuliers sont, en outre, signalés à la fin du chapitre sous forme d'exercices.

Dans le chapitre XXI, relatif au *Corps solide libre,* un grand développement est donné à l'étude du mouvement d'un corps pesant en contact avec un plan horizontal, qui présente l'intérêt de se prêter aisément à des vérifications expérimentales. On y trouve divers exemples particuliers se rapportant notamment à la toupie et à la bille de billard. Chemin faisant, l'auteur consigne une curieuse remarque de Thomson concernant la destruction de la stabilité d'un mouvement par l'adjonction de nouvelles liaisons qui sembleraient devoir la renforcer.

Le chapitre XXII contient une étude directe du *Mouvement relatif*. Parmi les très nombreux exemples qui s'y rencontrent, il convient de noter ceux qui ont trait à la bicyclette, devenue de nos jours un objet d'universelle curiosité, à l'équilibre et au mouvement relatifs à la surface de la Terre, question pour laquelle l'auteur s'est inspiré des excellents travaux de Gilbert, au gyroscope, pour l'étude duquel il fait usage de la méthode très simple de M. Guyou, qui dispense de tout calcul.

Avec le chapitre XXIII s'ouvre la Mécanique analytique des

systèmes. Le chapitre est consacré au *Principe de d'Alembert*. Il y a lieu d'y signaler l'extension due à M. Appell lui-même, au cas du frottement de glissement.

Dans le chapitre XXIV, l'auteur revient aux *Équations de Lagrange* prises cette fois dans le cas des systèmes. Il ne nous semble pas qu'on ait jamais donné de cette théorie célèbre un exposé à la fois plus précis, plus complet et plus rigoureux, ni surtout éclairé d'un tel luxe d'applications. Parmi celles-ci, nous signalerons, comme particulièrement originale, celle qui a trait au mouvement d'un corps de révolution, roulant et pivotant sans glisser sur un plan horizontal. C'est ici un cas où les liaisons ne peuvent pas s'exprimer sous forme finie, et pourtant, ainsi que l'a fait voir M. Lindelöf, la méthode de Lagrange s'applique.

A propos de l'application très soigneusement faite à l'étude des petits mouvements autour d'une position d'équilibre stable, M. Appell développe divers exemples particuliers dont l'un, pour le cas d'une force perturbatrice périodique, emprunté à M. Vicaire qui s'en est servi pour expliquer certaines particularités du mouvement des locomotives.

En ce qui concerne les mouvements relatifs, il n'est pas inutile de signaler, dans une Revue qui s'honore d'avoir compté Gilbert parmi ses plus éminents collaborateurs, la belle place faite par M. Appell à la méthode du regretté professeur de Louvain, ainsi qu'aux applications qu'il en a lui-même données, notamment à la théorie de son barogyroscope, dans le beau Mémoire qu'il a publié en 1883 dans les ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Le chapitre XXV, qui est intitulé : *Équations canoniques. Théorèmes de Jacobi et de Poisson. Principes d'Hamilton et de la moindre action*, couronne dignement l'exposé de la Mécanique analytique. Nous renouvellerons ici ce qu'au début du présent compte rendu nous avons déjà dit à propos du chapitre XVI. Traité par M. Appell, le sujet ne perd rien de son importance au point de vue de l'Analyse, bien au contraire, en même temps qu'il en acquiert une nouvelle au point de vue de la Mécanique par la multiplicité des applications traitées, et traitées à fond.

L'auteur signale notamment les cas très étendus où les équations du mouvement s'intègrent par des quadratures, qui ont été découvertes par Liouville et par M. Stæckel. Il traite le problème des géodésiques pris dans sa plus grande généralité, développe, en suivant la voie indiquée par M. Beltrami, les propriétés des

trajectoires, et donne quelques indications sur un important Mémoire de M. Mayer pour le cas où les forces sont intérieures.

Abordant la théorie du multiplicateur de Jacobi, l'auteur adopte le mode d'exposition suivi par M. Kœnigs dans ses leçons au Collège de France de façon à y comprendre les résultats importants dus à ce savant et à rattacher à cette théorie celle des invariants intégraux de M. Poincaré, dont l'illustre géomètre a tiré un si heureux parti dans ses profondes études sur la stabilité, et qui n'avait pas encore, que nous sachions, trouvé sa place dans un traité didactique de Mécanique.

Dans le chapitre XXVI, réservé aux *Chocs et percussions*, nous relevons l'introduction, qui nous semble nouvelle, d'un principe analogue à celui de d'Alembert, et qui conduit, en particulier, à un énoncé très net du célèbre théorème de Carnot.

Le chapitre se termine par l'application à la théorie des chocs et percussions, des équations de Lagrange, application qui, tentée d'abord par M. Niven, puis par M. Routh, doit sa forme définitive à M. Appell lui-même qui vient de consacrer à ce sujet un Mémoire magistral (JOURNAL DES MATHÉMATIQUES, 1896).

Le volume est complété par un chapitre XXVII, faisant connaître quelques *Notions sur les Machines*.

A la fois méthodique et rigoureux, original et profond, élégant et complet, le beau traité de M. Appell rendra les plus grands services à tous ceux qui ont le souci de s'initier exactement aux théories si délicates de la Mécanique rationnelle, sources fécondes de progrès pour la plupart des sciences physiques.

M. D'OCAGNE.

## III.

ÉLÉMENTS DE LA THÉORIE DES FONCTIONS ELLIPTIQUES, par J. TANNERY et J. MOLK. Tome II (1): Calcul différentiel (IIe partie). — 1 vol. in-8° de 300 pages. — Paris; Gauthier-Villars et fils; 1896.

Le Tome II de l'ouvrage de MM. Tannery et Molk est tout

(1) Voir le compte rendu du Tome I dans la livraison de la REVUE du mois de juillet 1893, p. 274.

entier consacré aux fonctions $\vartheta$ de Jacobi, rattachées ici aux fonctions $\sigma$ qui ont été étudiées dans le Tome I. Ce rattachement est opéré par le procédé de passage à la limite qui a, comme on sait, été développé par M. Biehler, mais dont le principe avait, dès 1845, été donné par Cauchy.

Tout en continuant à faire usage de notations qui s'écartent des notations classiques mais qui leur ont semblé plus rationnelles, les auteurs mettent partout le plus grand soin à clairement indiquer le passage des unes aux autres, ne craignant pas, dans des notes en bas de pages, d'insister sur les moindres détails de façon à prévenir toute faute d'interprétation de la part du lecteur.

Après avoir posé leurs notations, les auteurs écrivent une série de formules auxquelles ils auront recours dans leurs démonstrations ultérieures, et qui ne sont au fond que des identités déduites de la définition de ces diverses notations.

Les propriétés fondamendales des fonctions $\vartheta$ sont groupées en un tableau méthodique (n° 164) très commode à consulter.

En raison de l'importance du rôle qu'elles jouent dans la théorie des nombres, MM. Tannery et Molk s'arrêtent à l'étude des quantités $\vartheta$ (0), et se trouvent conduits, en suivant une marche indiquée par M. Schwarz, aux fonctions modulaires d'Hermite et autres analogues, dont la considération est due à MM. Dedekind et Weber.

Signalons en passant une curieuse identité (p. 34, dernière ligne) dont l'emploi, fort commode d'ailleurs, revient à une double application de la transformation de Landen.

L'étude des variations des fonctions $\vartheta$ est, en quelques lignes (n° 175), présentée d'après Halphen, avec indication des fonctions trigonométriques dont les variations suivent une marche analogue, ce qui permet à l'étudiant, bien plus familiarisé avec ces dernières, de se représenter très aisément les choses.

Les auteurs abordent ensuite le problème de la transformation linéaire des fonctions $\vartheta$, problème difficile et dont la solution n'a été obtenue que grâce à des ressources de haute Analyse. Ce n'est point leur moindre mérite que d'avoir su la réduire à un enchaînement de propositions qui, prises en elles-mêmes, offrent un caractère suffisamment élémentaire.

On sait que la grosse difficulté du problème consiste en la détermination du signe d'un certain radical carré en fonction des coefficients de la substitution effectuée. Cette difficulté a été complètement vaincue par M. Hermite, mais avant de faire

connaître la solution explicite de l'illustre analyste, MM. Tannery et Molk, s'inspirant des travaux d'Halphen, indiquent une marche qui permet, lorsqu'on s'est donné des valeurs numériques pour les coefficients, de parvenir à la détermination de ce signe en réduisant la substitution considérée aux deux substitutions

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \text{ et } \begin{pmatrix} & 0 & 1 \\ - & 1 & 0 \end{pmatrix},$$

qui, par répétition et combinaison, engendrent toutes les autres.

Chemin faisant ils introduisent la notion de l'*invariant absolu* des fonctions doublement périodiques due à M. Weierstrass.

Avant d'établir les formules de M. Hermite, les auteurs approfondissent l'étude des transformations linéaires en se fondant principalement sur les importants travaux de M. Schläfli. Il y a lieu de noter la façon tout élémentaire dont ils introduisent la notion de *groupe*, le soin avec lequel les calculs assez difficiles qui se présentent dans cette théorie sont poussés jusque dans leurs moindres détails, enfin le caractère très simple des notions arithmétiques invoquées.

Pour obtenir la solution directe, indépendante de la décomposition de la substitution linéaire donnée en substitutions

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \text{ et } \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix},$$

les auteurs suivent la marche indiquée par M. Dedekind, qui repose sur l'emploi d'un symbole arithmétique spécial désigné par $[a, b]$.

MM. Tannery et Molk font voir que le calcul de ce symbole $[a, b]$ peut se ramener à celui d'un autre qui joue un rôle considérable en arithmétique, le symbole $\left(\frac{a}{b}\right)$ de Legendre. Certaine extension de cette théorie les amène de même au symbole de Legendre, généralisé par Jacobi.

Il est remarquable de voir comment leur analyse les conduit aux formules bien connues de M. Weber, dont les démonstrations données par celui-ci n'étaient que de simples vérifications.

On ne saurait, à notre avis, trop louer les auteurs d'avoir su aller jusqu'au bout de cette théorie si difficile sans faire appel à aucune connaissance arithmétique d'ordre élevé, supposant déjà une longue préparation de la part du lecteur. On est tout étonné de voir avec quelle rigueur, malgré cela, ils établissent les célèbres formules d'Hermite, jadis données sans démonstrations.

Jamais sans doute la théorie de la transformation linéaire n'a reçu un tel développement dans un ouvrage didactique élémentaire. Il n'est pas indifférent de le constater alors que cette théorie a servi de point de départ aux admirables recherches de Poincaré, de Félix Klein, etc.

MM. Tannery et Molk passent de là aux transformation quadratiques qui se ramènent, comme on sait, aux seules transformations jouant dans ce domaine le même rôle que celles de Landen et de Gauss dans celui des fonctions elliptiques ordinaires.

Pour les transformations d'ordre impair, ils commencent par établir les résultats en partant de ceux déjà obtenus pour la fonction $\sigma$, et les font ensuite dériver d'une analyse directe, montrant qu'au fond les deux procédés sont équivalents.

Arrivés au terme de l'étude de la transformation, les auteurs jettent un coup d'œil sur le chemin parcouru (n° 271), de façon à mettre en relief les grandes lignes de la théorie que le lecteur risque un peu de perdre de vue au milieu du dédale de formules parmi lequel elles se poursuivent.

La théorie des fonctions elliptiques peut être envisagée à deux points de vue tout différents : à celui des idées générales qui les rattache à la théorie analytique des fonctions, à celui des applications numériques qui soulève une foule de questions arithmétiques assez épineuses en général. Ce sont ces dernières que MM. Tannery et Molk se sont principalement proposé d'élucider dans le domaine didactique, en quoi ils ont rendu un très signalé service. Mais le souci de pousser à fond les questions de ce genre nuit un peu, on le conçoit, aux vues d'ensemble. C'est donc fort sagement que les auteurs ont cru devoir placer ici le résumé récapitulatif dont nous venons de parler.

Avant d'abandonner les fonctions $\vartheta$ prises en elles-mêmes, MM. Tannery et Molk ont eu la très heureuse pensée d'indiquer avec quelque détail le point de vue auquel elles ont été envisagées par M. Hermite, tout différent de celui auquel ils se sont exclusivement conformés jusque-là. Ici, les fonctions $\vartheta$, au lieu d'être rattachées aux fonctions $\sigma$, sont définies directement au moyen de certains développements en séries. Cette manière de les introduire est d'une grande fécondité, comme l'a fait voir lui-même l'illustre analyste et comme viennent de le confirmer récemment les travaux de M. Krause, qui ont donné au sujet une grande ampleur.

Application est faite du théorème fondamental d'Hermite aux

diverses propriétés des fonctions $\vartheta$, notamment à celles qui concernent l'addition.

Les auteurs s'étendent également sur les célèbres identités de Jacobi relatives à des produits de quatre fonctions $\vartheta$, et qui peuvent servir de fondement à une théorie des fonctions elliptiques. Ils donnent à ce propos une élégante analyse de Schröter (n° 285).

On sait l'importance, au point de vue des applications, des quotients des fonctions $\sigma$ et des fonctions $\vartheta$, d'où dérive la notion des fonctions elliptiques proprement dites. Aussi MM. Tannery et Molk leur consacrent-ils tout le chapitre suivant.

Ils commencent par étudier les fonctions $\xi$, quotients de fonctions $\sigma$, au point de vue le plus général, établissant les formules fondamentales qui les concernent et les équations différentielles auxquelles elles satisfont, pour passer ensuite aux classiques fonctions *sn, cn, dn,* qui en dérivent à titre de cas particuliers.

De nouveau ils insistent avec beaucoup de détail sur les différences entre leurs notations et les notations anciennes (n$^{os}$ 317 et 318).

Ils s'étendent enfin sur le problème de la transformation des fonctions *sn, cn* et *dn,* en suivant la même gradation que pour les fonctions $\vartheta$ : transformations linéaire, quadratique et d'ordre impair.

Les auteurs montrent en passant comment les formules de transformation quadratique permettent, ainsi que l'a fait voir M. Hermite, d'obtenir pour les fonctions *sn, cn, dn* des développements d'une haute importance (n° 331).

Ils s'attachent avec un soin tout particulier à partout préciser nettement le signe des radicaux qui interviennent dans cette théorie.

Relativement à la transformation d'ordre $n$, toutes les principales formules de Jacobi sont établies, et par une marche vraiment élémentaire.

Le volume se termine par un recueil de formules très complet (1) qui, pour les applications, dispense des longues recherches à travers le texte.

(1) Une faute de transcription s'est glissée dans le groupe de formules [2] de la page 266. Entre les seconds membres des formules 2° et 3° il faut interchanger les lettres $\varphi$ et $\psi$. La même faute existe dans le tableau (XLVI$_2$) de la page 87. Mais les formules transcrites avec cette faute sont très correctement établies dans les n$^{os}$ 211 et 212.

Nous ne terminerons pas ce compte rendu sans louer la maison Gauthier-Villars pour la belle exécution de l'ouvrage. Il n'est pas de théorie mathématique où la multiplicité des formules et la complication des notations accumulent davantage les difficulté typographiques; mais cette difficulté, loin de rebuter nos grands éditeurs parisiens, n'est pour eux qu'une occasion nouvelle d'affirmer leur indiscutable supériorité.

M. D'OCAGNE.

## IV.

LES ORIGINES. Questions d'Apologétique, par J. GUIBERT, professeur de sciences au Séminaire St-Sulpice, à Issy. — 1 vol. in-8°. — Paris, Letouzey et Ané, 1896.

M. Guibert, après beaucoup d'autres, nous donne un livre qui a pour but d'harmoniser les données de la révélation et de la saine philosophie avec les résultats certains ou du moins sérieux des sciences naturelles. Nous disons : après beaucoup d'autres. En effet le nombre de ceux que ces problèmes ont tentés est déjà considérable, et nous ne pouvons en citer que deux ou trois : Reusch, alors orthodoxe, les a traités dans son beau livre *La Bible et la Nature* (1862); l'abbé Thomas, dans *Les Temps primitifs et les origines religieuses d'après la Bible et la science*, en insistant sur le côté théologique; le chanoine Duilhé de St-Projet dans son *Apologie scientifique de la Foi chrétienne*, dont la 3e édition a paru en 1890. Faut-il se plaindre de cette émulation des défenseurs de la foi et de cette abondance de livres sur les mêmes sujets ? Nous ne le pensons pas. Car les sciences humaines font d'incessants progrès qui obligent les apologistes à modifier leurs points de vue, et l'auteur d'un livre vieux de six ans, à plus forte raison de trente et plus, ne peut avoir prévu les difficultés ni les objections amenées par de toutes récentes découvertes. D'autre part, chaque esprit a ses qualités et aussi ses défauts; il en résulte qu'aucun livre n'est absolument parfait, et qu'il restera toujours à glaner pour les derniers venus.

Le livre de M. Guibert, qui n'est pas sans défauts, a des qualités très sérieuses sur lesquelles nous insisterons tout d'abord ; les critiques trouveront leur place dans le corps de notre article.

La première qualité de ce travail est une extrême clarté, ce qui n'est pas un petit mérite dans des questions déjà fort obscures par elles-mêmes et que les préjugés ont encore embrouillées. On sent, à la façon méthodique dont les problèmes sont posés, divisés, discutés, que ce livre a été professé avant d'être écrit; aussi y fait-il clair, et n'est-on pas obligé, comme chez beaucoup d'autres écrivains, de refaire soi-même le livre pour pouvoir le comprendre.

Autre qualité de M. Guibert : il a su circonscrire son sujet. C'est surtout le côté scientifique des problèmes qu'il a dessein de mettre en lumière ; il montre bien d'un mot ou d'une phrase que la solution donnée par la science humaine peut fort bien se concilier avec la science divine, mais il abandonne les développements et les détails aux théologiens et aux exégètes de profession.

Ce côté scientifique des questions, il le traite du reste en homme parfaitement maître de son sujet. Il reste calme, modéré, maître de lui entre les affirmations tapageuses d'une école qui n'aspire qu'à prendre la révélation chrétienne en défaut, et les timidités incurables de certains apologistes pour lesquels une opinion semble avoir d'autant plus d'attraits qu'elle contrarie davantage le mouvement scientifique. Les auteurs que M. Guibert a consultés, ceux qu'il cite à la fin de ses chapitres pour ou contre ses conclusions, montrent aussi qu'il est bien au courant de la littérature spéciale à ce genre de questions. Nous trouvons cependant qu'il a fait du nom de M. G. de Mortillet un usage que ne justifient ni l'autorité scientifique du personnage ni son impartialité trop souvent compromise par sa haine de sectaire. Pourquoi n'avoir pas cité une seule fois son très loyal adversaire, M. d'Acy ? Pourquoi surtout avoir adopté les trop fameuses divisions de l'industrie préhistorique préconisées par le premier, chelléenne, moustiérienne, solutréenne, magdalénienne, comme le dernier mot de la science, sans rien dire des graves objections que soulève cette division fantaisiste même dans le camp des préhistoriens ? Pour en finir tout de suite avec les auteurs cités par M. Guibert, nous aurions écarté de notre liste quelques naturalistes amateurs, tels que l'abbé Pioger, le Dr Constantin James, et nous y aurions volontiers inscrit les ouvrages des PP. de Valroger et Carbonnelle, du chanoine Duilhé de St-Projet, de l'abbé Thomas, dont l'absence étonne un peu dans cette nomenclature généralement bonne et complète.

Les questions traitées dans *Les Origines* sont au nombre de sept: Origines du monde, de la vie, des espèces végétales et

animales, de l'homme : unité et antiquité de l'espèce humaine ; état primitif de l'humanité. Sans nous astreindre à une analyse détaillée de chacune de ces études, ce qui nous entraînerait trop loin et serait sans utilité, nous dirons quelques mots de ce qui nous a le plus frappé en chacune d'elles.

La première question qui se présente à l'apologiste est celle de la formation de l'univers, la *Question cosmogonique*. Pour mettre d'accord le récit de la Genèse qui raconte la création du monde et les données scientifiques, plusieurs systèmes ont été imaginés. M. Guibert les classe en trois groupes. Voici d'abord les partisans de six jours de vingt-quatre heures ; ils sont peu gênés par les difficultés, de quelque côté qu'elles viennent, ayant toujours à leur disposition l'appel au miracle pour les cas embarrassants ; ils se font du reste de plus en plus rares. Les concordistes sont le parti au pouvoir ; leur opinion est entrée dans l'enseignement officiel des Grands-Séminaires, et, à entendre certains défenseurs de ce système, on ne se douterait pas qu'on est en présence d'une simple opinion, d'origine fort récente, et dont le patron est un protestant, aussi religieux du reste que savant, Cuvier, qui l'a proposée le premier en 1821. On sait qu'enlevant aux mots *jour*, *soir* et *matin* leur signification naturelle, ce système y substitue le sens de *période indéterminée*, afin d'accorder à la science les longs siècles qu'elle réclame pour la lente évolution de l'univers. De là son autre nom de système des *jours-périodes* .

Les idéalistes forment le troisième groupe. Il est encore peu compact ; mais, si nous ne nous trompons, il pourrait bien devenir le parti de l'avenir, et nous croyons que M. Guibert est sur ce point de notre avis. Les idéalistes partent du double but dogmatique et liturgique que s'est proposé Moïse dans le premier chapitre de la Genèse, pour affirmer qu'il faut y chercher uniquement des *vérités religieuses* (unité de Dieu, souverain domaine sur toutes choses, repos sabbatique, etc.), et non un cours de géogénie, pas même une histoire proprement dite de la création dans laquelle on aurait suivi scrupuleusement l'ordre chronologique. Cette absence de préoccupation historique, dans la 1re page de la Genèse, ressort avec évidence de la disposition et de la forme même du morceau, dans lequel l'auteur a substitué à l'ordre historique et chronologique un ordre logique et conventionnel dans la distribution des œuvres divines. Il est en effet facile de remarquer qu'elles se divisent en deux séries de trois jours qui se correspondent terme à terme : première série, qui comprend

trois œuvres de *séparation*, de la lumière et des ténèbres, des eaux inférieures et supérieures, des mers et des continents avec les plantes qui les couvrent; deuxième série, qui comprend trois œuvres d'*ornementation*, ornementation du ciel par les astres, des eaux et de l'atmosphère par les poissons et les oiseaux, de la terre par les animaux et l'homme. Il ne faut donc pas chercher dans ce morceau une histoire proprement dite et chronologique de la création, et dès lors il est inutile de torturer le texte, comme le font les concordistes, pour l'harmoniser avec des données scientifiques qui n'ont rien à voir avec lui.

Nous nous sommes plus étendu sur ce troisième système parce qu'il est moins connu, et aussi — pourquoi ne pas le dire ? — parce que nous le croyons véritable. Les données du premier chapitre de la Genèse restent toujours vraies et exactes, qu'elles soient présentées selon la méthode historique ou groupées selon un ordre logique et adapté au but de Moïse, absolument comme le groupement de certains faits évangéliques, de certains discours de N.-S. J.-C. selon un ordre logique n'enlève rien à leur caractère de vérité, ni même d'historicité.

M. Guibert s'occupe ensuite de l'*Origine de la vie*. Les célèbres expériences de Pasteur, de Tyndall et de leurs émules ont bien éclairci cette question obscure. Tout le monde en parle, peu savent en quoi précisément elles consistent, et ce qui a été pris de précautions minutieuses pour éviter toute cause d'erreur. C'est donc une très heureuse pensée qu'a eue M. Guibert de faire à ses lecteurs l'histoire de ces fameuses expériences sur les générations spontanées et de résumer pour eux les discussions passionnées qui les ont suivies. On lira ces quelques pages avec un très réel profit. C'est appuyé d'une part sur ces données expérimentales qu'il vient de résumer, de l'autre sur la constance et l'universalité des lois de la nature, que l'auteur tire les conclusions suivantes : 1° la vie a commencé sur la terre ; 2° elle n'a point commencé par génération spontanée ; 3° mais elle a commencé par un acte divin de création. " La vraie science en effet n'est point athée par définition. Elle part de faits bien constatés ou de principes évidents, et puis elle marche à la conquête de toutes les conséquences que la logique permet d'en tirer. Or que nous partions de faits concrets comme l'origine de la vie, ou de principes assurés comme celui de causalité, toute notre science aboutit logiquement à un Être souverain, personnel, créateur

du monde, qui n'abandonne point son œuvre après l'avoir créée (1). „

Le problème de l'*Origine des espèces* (moins l'homme) vient en troisième lieu. Il se pose ainsi : la vie, créée par Dieu, a revêtu des milliers de formes, de là les innombrables espèces végétales et animales. Est-ce Dieu qui a façonné *directement* chacune de ces formes, ou bien a-t-il abandonné aux *causes secondes* le développement de la vie dans les deux règnes ? Si on adopte la première solution, on se range parmi les créationnistes, c'est-à-dire qu'on admet la fixité des espèces ; si on adopte la seconde, on se déclare évolutionniste, et on regarde les espèces animales et végétales comme des rameaux sortis d'un tronc commun et différenciés par une loi d'évolution dont il restera à déterminer la nature. En effet, cette loi d'évolution des êtres pourra avoir Dieu pour auteur et régulateur, et alors on reste évolutionniste spiritualiste ; si au contraire on la regardait comme le produit fatal de lois mécaniques et aveugles, on prendrait rang parmi les évolutionnistes athées et matérialistes.

M. Guibert nous avertit qu'il se propose " d'exposer consciencieusement les pièces du procès, laissant au lecteur le soin de prendre un parti (2) „. Voyons comment il s'acquitte de sa tâche.

Il donne d'abord la parole aux partisans de l'évolution, et, à leur suite, il met vivement en lumière les faits, toujours les mêmes du reste, invoqués en faveur du transformisme : variabilité des formes organiques, parenté des formes vivantes, distribution géographique des faunes et des flores, enchaînements paléontologiques, parallélisme entre la série embryologique et la série zoologique, surtout présence des organes rudimentaires. Malgré sa promesse de rester simple rapporteur, il est évident, dès cet exposé, que M. Guibert incline au moins vers les doctrines transformistes. Nous ne lui reprocherons pas cette préférence, quand bien même il l'affirmerait plus explicitement encore ; mais nous regrettons que, dans son exposé, il n'ait pas toujours assez nettement séparé certains faits indiscutables des explications qu'en donnent les transformistes, lesquelles restent de pures hypothèses. Il nous paraît aussi avoir insisté plus que de raison sur des analogies fort contestables, par exemple sur le paral-

(1) *Les Origines*, p. 42.
(2) *Ibid.*, p. 46.

lélisme entre la série embryologique et la série zoologique qui est nié par nombre de transformistes.

M. Guibert donne de nouveau la parole aux partisans de l'évolution pour qu'ils nous fassent connaître par quels procédés se sont transformées les espèces. Ce *comment* de l'évolution, c'est surtout Darwin qui l'a cherché, et qui a pensé le découvrir dans cet ensemble de faits et de lois — sélection naturelle, sélection sexuelle, lutte pour la vie, loi de caractérisation permanente, etc. — auquel on a donné le nom de Darwinisme. M. Guibert avait donc à exposer le système du savant anglais, et il l'a fait avec cette clarté et cette aisance qui sont un des charmes de son livre. Nous sommes avec lui quand il félicite Darwin " de sa finesse d'analyse et de sa richesse de documents vraiment extraordinaire (1) " ; mais nous nous séparons tout à fait de lui quand il qualifie le darwinisme de " système si fortement conçu et si logiquement enchaîné (2) ". Ce système, en effet, a des lacunes, M. Guibert l'avoue ; ainsi il n'a pas cherché à expliquer la formation des variétés organiques. Sa logique qu'on vante tant ne nous paraît pas très méritoire, et toute autre théorie pourrait y prétendre moyennant l'application de trois procédés chers aux darwinistes : 1° ne pas tenir compte des faits embarrassants ; 2° en appeler à l'inconnu quand on les met au pied du mur ; 3° recourir à des lois créées tout exprès pour la circonstance et qui sont tout simplement des mots sans signification. Cette logique a du reste si peu satisfait certains esprits que le désaccord le plus absolu règne entre les disciples du maître pour l'interprétation de sa pensée ; ce n'est un mystère pour personne.

Au transformisme s'est attachée toute une végétation encombrante et surtout compromettante que M. Guibert a bien soin et bien raison d'en séparer. Ainsi, être transformiste n'oblige pas à admettre l'origine bestiale de l'homme, ni la génération spontanée, ni le monisme universel de Spencer et de Hæckel, ni le hasard pour toute loi. M. Guibert n'a pas de peine à le montrer, et il peut légitimement conclure qu'il y a un transformisme spiritualiste et modéré qui tient compte de l'intelligence divine, et voit dans l'évolution des êtres un plan poursuivi en vue d'une fin déterminée. C'est même vers cette solution qu'incline visiblement l'auteur. Quoique ce ne soit pas la nôtre, nous reconnaissons

(1) *Les Origines*, p. 63.
(2) *Ibid.*, p. 65.

très loyalement qu'il est parfaitement dans son droit en l'adoptant, si les raisons scientifiques sur lesquelles on l'appuie lui paraissent suffisantes. Car, à notre avis, ni la sainte Écriture, ni la saine philosophie, ni la Tradition n'y paraissent opposées, et les témoignages qu'on leur a arrachés pour ou contre l'évolution, entendue au sens spiritualiste, nous ont toujours paru aussi déplacés que forcés.

Reste à entendre les adversaires du transformisme : en quatre pages ils sont entendus. C'est un peu court, et quoique la plupart de leurs arguments soient passés en revue, nous engageons à chercher un supplément de preuves dans les ouvrages de Quatrefages et des naturalistes de son école. On y verra quelles réponses sont faites aux six ou sept faits fondamentaux des évolutionnistes, comment y est développé ce grand et toujours solide argument de l'infécondité entre individus d'espèces différentes, qu'on n'a pas détruit en disant " que les faits d'interfécondité d'individus appartenant certainement à des espèces différentes se multiplient dans les annales de la science (1) ", et enfin comment les émules de Darwin, en attaquant l'une après l'autre les lois posées par le maître, laissent un peu sceptique sur la solidité et la durée de l'édifice auquel il a attaché son nom.

La question de l'*Origine de l'homme* est traitée à part, comme nous l'avons dit, et il suffit de se rappeler les graves conséquences philosophiques, religieuses, morales et sociales qui découlent de sa solution dans un sens ou dans l'autre pour justifier cette importance exceptionnelle. Il faut aussi, pour la traiter avec clarté, avoir soin de distinguer entre l'origine de l'âme et celle du corps humain ; c'est ce qu'a fort bien compris l'auteur.

Commençant par l'âme humaine, il montre très nettement pourquoi sa formation ne peut s'expliquer par les seules lois de l'évolution. Celles-ci, par leur jeu naturel et leur définition même, peuvent bien modifier une nature déjà existante, mais elles ne peuvent créer une nature nouvelle. Il suit de là que leur action ne peut être invoquée en faveur de la formation de notre âme, et cela parce qu'entre l'intelligence humaine et l'âme des bêtes il n'y a pas seulement une différence de *degrés*, mais une différence de *nature*. Il faut donc absolument avoir recours à une force supérieure, à une intervention divine pour expliquer la création

(1) *Les Origines*, p. 79.

de l'âme de l'homme. Cette différence de nature, M. Guibert l'établit par le raisonnement suivant : " La nature des objets révèle la nature des facultés qui les embrassent : les objets qu'atteint l'homme, et que lui seul saisit, étant de nature spirituelle, il en résulte que les facultés humaines sont également spirituelles. Mais une âme spirituelle n'est point de même ordre qu'un principe d'activité purement sensible, et par conséquent ne peut en être sortie par voie de simple développement. Il en résulte que la première âme humaine, n'étant pas seulement un progrès mais une *chose nouvelle*, ne put arriver à l'existence que par l'intervention d'un pouvoir créateur, extérieur à la nature (1). "

Faute d'avoir remarqué cette différence essentielle, des naturalistes de valeur et d'ailleurs tout dévoués aux idées spiritualistes ont hésité et tâtonné quand il s'est agi d'indiquer la caractéristique de l'intelligence humaine. Il est pourtant bien important d'établir avant tout qu'elle n'est pas de même nature ni de même ordre que ce qu'on nomme l'intelligence des animaux, et alors on n'a pas de peine à en faire dériver, comme conséquences, mais seulement comme conséquences, et le langage articulé, et la perfectibilité dans l'individu et dans l'espèce, et les caractères moraux et religieux, autant de manifestations extérieures de l'intelligence de l'homme et de sa nature à part, puisqu'on n'a jamais constaté rien de pareil chez les animaux.

Les transformistes spiritualistes, d'accord avec leurs adversaires non-transformistes pour expliquer l'origine de l'âme humaine, sont plus embarrassés vis-à-vis du corps de l'homme. Quel motif, en effet, de soustraire le corps humain aux lois générales de l'évolution ? N'observe-t-on pas chez lui le même ensemble de phénomènes qui se remarquent dans la série animale ? Même ressemblance organique entre l'homme et les animaux supérieurs, même développement pendant la période embryonnaire, mêmes phénomènes d'atavisme, même présence inexplicable d'organes rudimentaires qui ne lui servent à rien ; dès lors pourquoi ce corps humain aurait-il une origine différente de celle du corps des animaux supérieurs ? Quoique cette solution semble la plus conforme à la logique, elle n'a été adoptée que par un petit nombre de transformistes chrétiens, dont le plus célèbre est Mivart. Ces naturalistes, fidèles jusqu'au bout à la doctrine de l'évolution, professent que Dieu a choisi, pour l'élever à la dignité humaine, l'organisme le plus parfait auquel aurait abouti la

(1) *Les Origines*, p. 92.

longue évolution de la matière vivante durant les âges précédents. Ces auteurs, chrétiens convaincus, ne croient pas que la sainte Bible soit opposée à leur conception. Ils disent en effet que *le limon de la terre*, dont parle l'Écriture, aurait pu être un organisme préalablement préparé par l'évolution selon les plans divins, et que si la Bible nous représente Dieu comme l'auteur du corps de l'homme, elle ne nous dit pas comment ni par quels procédés il l'a façonné. Ils ne se croient pas davantage liés par les données de la philosophie traditionnelle, et font remarquer qu'en soutenant cette opinion ils restent fidèles à la logique et à leur loi générale d'évolution, ce que ne font pas leurs confrères qui pensent différemment sur l'origine du corps humain.

Sans adhérer explicitement à cette thèse, il nous semble cependant que M. Guibert ne la rejetterait pas tout à fait. Voici en effet la conclusion de son étude : " Si les interprètes de l'Écriture croient que le texte sacré enseigne aussi formellement que Dieu façonna immédiatement le corps humain, nous n'aurons aucun sacrifice à nous imposer dans le domaine scientifique, et nous adhèrerons volontiers à leur sentiment. S'ils ne pensent pas que le texte soit explicite, nous dirons alors que nous éprouvons une certaine incertitude : car, par elles-mêmes, les raisons scientifiques sont incapables de nous fixer définitivement dans l'une ou dans l'autre hypothèse (1). „ Pour nous, nous n'éprouvons pas les scrupules de M. Guibert. La Bible et la philosophie ne suffiraient peut-être pas à nous fixer, mais les raisons scientifiques, surtout celles de R. Wallace, nous paraissent péremptoires, et nous avouons qu'après l'exposé si loyal et si clair qu'en a fait M. Guibert, sa conclusion finale nous a quelque peu surpris et qu'elle n'est pas la nôtre.

Pour ne pas abuser de la patience du lecteur, nous mentionnerons seulement la 5e étude sur l'*Unité de l'espèce humaine*, et la 7e sur l'*État de l'homme primitif*. Claires et méthodiques comme les autres, ces deux études présentent les thèses classiques appuyées sur les faits et les arguments connus, et nous n'y avons rien de bien spécial à relever. Nous avons pourtant remarqué, dans la 5e, que parmi les influences qui contribuent à la formation des races humaines, M. Guibert omet de signaler le rôle de l'*hérédité*. — Et c'est à la 7e surtout que nous pensions quand, au début de cet article, nous avons récusé

(1) *Les Origines*, p. 111.

l'autorité de M. G. de Mortillet et refusé absolument d'accepter comme infaillibles les décisions du grand pontife de la Préhistoire. Et s'il était besoin de justifier nos réserves, nous renverrions le lecteur à un travail que nous avons publié ici-même sous le titre de *Alluvions et Cavernes* (1).

L'*Antiquité de l'espèce humaine*, qui arrive au sixième rang et par laquelle nous finissons, est à notre avis une des meilleures études du livre des *Origines*.

Faut-il, se demande M. Guibert, faire remonter jusqu'à l'époque tertiaire l'apparition de l'homme ? — " Non, „ répond-il après examen des principales découvertes alléguées en sa faveur ; " dans la science positive il n'existe aucune trace de l'homme tertiaire ; celles qu'on a signalées n'ont pas même une probabilité sérieuse. Il n'y a donc aucune preuve que l'homme ait vécu avant la période interglaciaire (2). „

Mais il reste à déterminer à quel moment des temps quaternaires se place cette période interglaciaire. L'homme remonte sans conteste aux temps quaternaires, mais ces temps ont un commencement, un milieu et une fin. Pour bien saisir la date relative de l'apparition du premier homme, il est bon d'avoir sous les yeux le tableau que M. Guibert a dressé des temps quaternaires, et que nous reproduisons ici. Il nous présente les phases successives de cette époque, à partir des plus récentes :

1° Climat froid et sec ; recul définitif des glaciers.
2° Dernière extension glaciaire, la moins considérable.
3° Période interglaciaire.
4° Deuxième extension glaciaire, la plus importante.
5° Première période interglaciaire.
6° Première extension glaciaire, à la fin du pliocène (3).

C'est à la période interglaciaire qui précède le n° 4 que M. Guibert, suivant en cela M. Boule dans son *Essai de paléontologie stratigraphique de l'homme*, reporte l'apparition du premier homme. " Ce n'est, dit-il après M. Boule, qu'après la grande extension glaciaire (n° 4) qu'on rencontre les premiers vestiges humains, soit que l'on considère les contrées envahies par les glaciers, soit que l'on étudie les régions placées hors de

(1) Revue des questions scientifiques, t. XXVIII, pp. 203-228, juillet 1890.
(2) *Les Origines*, p. 167.
(3) *Ibid.*, p. 157.

l'atteinte des glaciers quaternaires (1). » On le voit, ce n'est même pas à toute la durée des temps quaternaires qu'il faut étendre l'existence de notre espèce, et cela au nom des seules données scientifiques. Il y a là une *date relative* fort précieuse, et que M. Guibert a eu raison de préciser : mais faut-il chercher à exprimer cette date en chiffres et proposer 10 000 ans plutôt que tout autre nombre ? Nous ne le croyons pas, d'autant plus que de tous les chronomètres proposés, aucun n'est exempt d'erreur. M. Guibert le montre fort bien à la fin de son étude (2).

Avec l'*époque actuelle* ou post-glaciaire l'évaluation en chiffres est un peu plus satisfaisante, à condition qu'on prenne l'ensemble des recherches chronométriques, et qu'on ne s'en tienne pas exclusivement à telle ou telle observation particulière. De cet ensemble il résulte qu'en donnant de 7 à 9000 ans (mettons 10 000 ans) pour l'époque actuelle, on a chance de rester dans le vrai.

Quant aux *dates historiques*, elles ne nous font pas remonter au-delà de 4 ou 5000 ans au plus avant Jésus-Christ ; mais elles laissent supposer, par l'état dans lequel elles nous montrent la civilisation, que les débuts de l'humanité remontent bien plus haut, et par conséquent nous rapprochent des 7 à 10 000 ans fournis par les chronomètres naturels.

Ainsi, apparition de l'homme vers le milieu des temps quaternaires, dont il est du reste impossible d'évaluer en chiffres la durée ; fixation à 10 000 ans environ de la durée de l'époque actuelle ou postglaciaire, voilà la double conclusion qui se dégage de cette étude sur l'antiquité de l'homme, double conclusion qui nous inspire une grande confiance par les attaches scientifiques où elle s'appuie.

Nous prions M. Guibert d'excuser nos critiques ; elles lui prouveront notre sincérité partout où il nous a été possible de ne faire que des éloges ; elles lui diront aussi avec quel intérêt et quel soin nous avons lu son livre, que nous souhaitons voir entre les mains de tous ceux, amis et ennemis, que préoccupent les rapports de la foi et des sciences de la nature, car il ne peut que les éclairer.

Abbé D. Le Hir.

(1) *Les Origines*, p. 159.
(2) *Ibid.*, pp. 180-183.

## V.

LES CAVERNES ET LEURS HABITANTS, par JULIEN FRAIPONT, professeur de paléontologie à l'Université de Liége. — 1 vol. in-12, de pp. VIII-334, avec 89 fig. *(Bibliothèque scientifique contemporaine.)* — Paris, J.-B. Baillière, 1896.

M. Fraipont, professeur de paléontologie à l'Université de Liége, s'est proposé de faire un résumé de l'histoire des cavernes et de leurs habitants depuis les temps quaternaires jusqu'à nos jours, sans sortir de l'Europe, sauf dans quelques cas exceptionnels et assez rares. Il s'est aidé naturellement des travaux de ses devanciers, et ses nombreuses références le prouvent, en même temps qu'elles seront utiles à ceux qui poursuivent des recherches du même genre. Mais la part des observations personnelles reste encore considérable. C'est ainsi que M. Fraipont a exploré lui-même une trentaine de cavernes à ossements, qu'il a visité de nouveau la plupart des grottes décrites par Schmerling et Dupont, que pendant dix années il a pratiqué des fouilles continues dans les cavernes de Belgique dont quelques-unes, la grotte de Spy (Namur) par exemple, ont donné des résultats extrêmement importants pour la connaissance des races et des temps quaternaires. Grâce à cette expérience personnelle, l'auteur apporte dans son livre quelques aperçus nouveaux, et surtout il peut contrôler un certain nombre de données courantes chez les préhistoriens et trop facilement acceptées par les érudits. Citons, entre autres choses admises par M. Fraipont, l'existence de poteries grossières dans des dépôts paléolithiques non remaniés (v. p. 102), la réserve avec laquelle il reçoit et applique la classification de M. G. de Mortillet fondée sur la forme et l'emploi des silex, etc.

Cette histoire des cavernes comprend deux parties de longueur très inégale. La première, assez courte, est consacrée aux généralités : origine des cavernes, qu'elles doivent leur formation aux eaux souterraines, à la mer, ou à des phénomènes éruptifs ; — mode de remplissage des cavernes naturelles ; — signification et âge de leurs divers dépôts, tels qu'ossements d'animaux, débris humains, restes de l'industrie ; — faune actuelle des cavernes. Nous en extrayons les lignes suivantes sur la signification et l'âge relatif des dépôts ossifères qu'on rencontre dans la plupart des grottes : " Un grand nombre de grottes ont

servi d'habitation à l'homme à partir du commencement de la période quaternaire. On retrouve, dans les dépôts de telles grottes, de nombreuses traces de l'industrie de l'homme : restes de foyers, charbon, instruments de travail, parures, armes, poteries, mêlés à des quantités d'ossements d'animaux ordinairement brisés. Ces ossements d'animaux sont les débris de cuisine, les reliefs des repas de ces troglodytes. D'autres cavernes ont servi seulement de refuge temporaire aux hommes. D'autres ont été utilisées comme sépultures.

„ L'examen méthodique des couches superposées d'une même caverne nous permet souvent de reconnaître qu'elle a successivement été un repaire d'ours, un antre d'hyène, une habitation de l'homme fossile, une nécropole de l'homme de la pierre polie, un refuge à l'âge du bronze, du fer, ou même dans les temps modernes. L'âge relatif des dépôts des cavernes nous sera donné par l'étude des restes de la faune et de l'industrie humaine qu'ils contiennent, lorsqu'il aura été bien constaté qu'il n'y a pas eu de remaniements (1). „

Nous avons cité cette page parce qu'elle expose brièvement et clairement les principes qui ont guidé M. Fraipont dans sa classification des cavernes à travers les âges. C'est à cette classification des cavernes aux diverses époques, et à l'histoire plus ou moins détaillée de leurs habitants qu'est consacrée la seconde partie, la plus considérable, du volume. L'auteur, dans autant de chapitres qu'il y a de divisions dans les âges préhistoriques jusque et y compris l'âge des métaux, passe en revue les faunes et flores caractéristiques, les ossements humains découverts dans les grottes, les mœurs, industries, occupations, coutumes funéraires, etc. des hommes de chaque époque, et signale les principales stations découvertes en Europe. Tout cela est illustré de figures qui, pour n'être pas nouvelles, n'en contribuent pas moins à éclaircir les descriptions et à soutenir l'intérêt. Le livre finit par trois chapitres sur les cavernes dans les temps historiques, les divinités et les légendes des cavernes. Cet ensemble vaut surtout par les détails et échappe par là-même à l'analyse. Disons seulement que les chapitres les plus intéressants sont ceux qui se rapportent à l'époque du Mammouth (moustérien) et à l'époque du Renne (magdalénien), car à l'époque chelléenne, selon la juste remarque de l'auteur, ce n'est pas l'homme, mais le grand ours qui est le véritable habitant des cavernes.

(1) *Les Cavernes et leurs habitants*, p. 49.

Pendant la période néolithique et à l'âge des métaux les cavernes sont moins fréquentées. Il y a été fait cependant des trouvailles intéressantes datant de ces âges; de plus, les grottes sépulcrales naturelles ou artificielles ont été très communes alors et ont permis à M. Fraipont, en élargissant un peu son cadre, de présenter un tableau intéressant de la civilisation de la pierre polie et des métaux ; naturellement ce ne pouvait être qu'un résumé.

" J'ai tenté, dans le livre qu'on va lire, dit l'auteur dans sa *Préface*, de résumer succinctement l'état actuel de nos connaissances sur les cavernes naturelles et artificielles aux multiples points de vue de la géologie, de la paléontologie, de l'anthropologie, de l'ethnographie, de l'archéologie, de l'histoire et du folklore. „ Peut-être le lecteur trouvera-t-il que le nombre des points de vue est bien multiplié, et qu'il y aurait eu sans doute avantage à les restreindre. Mais n'oublions pas que le livre de M. Fraipont est aussi un livre de vulgarisation ; or la multiplicité et la variété des points de vue sont souvent un élément de succès, et on ne saurait les blâmer quand, par l'exactitude des observations, l'abondance des renseignements, la sagesse des conclusions, le livre garde toujours, comme celui de M. Fraipont, un véritable caractère scientifique.

Abbé D. Le Hir.

## VI.

Hygiène de l'œil, par Trousseau *(Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire)*. — Un vol. petit in-8° de 214 pp. — Paris, Masson et Gauthier-Villars.

Y a t-il grande utilité à prouver l'importance de l'hygiène de l'œil, comme le fait Trousseau au début de son livre ? La conclusion qui se dégage des nombreux recherches faites en différents pays sur les causes de la cécité répond nettement : oui. Déjà, au 5e Congrès d'hygiène réuni à La Haye en 1884, un prix avait été institué pour le meilleur ouvrage manuscrit sur les causes de la cécité et les moyens pratiques de la prévenir. Le professeur Fuchs, de l'Université de Liége, obtint le prix par sa remarquable étude. En Allemagne, les recherches les plus importantes furent celles de Magnus, qui portent sur 2528 cas de cécité.

Trousseau fit à son tour le relevé exact des cas inscrits dans le registre des pensionnaires de l'Hospice national des Quinze-Vingts à Paris, sur lequel sont, depuis 10 ans, mentionnées avec soin les causes de cécité : s'aidant de l'examen des aveugles actuellement internés à l'Hospice, il établit une statistique de 627 cas bien observés. Ses résultats se rapprochent beaucoup de ceux obtenus par Magnus, en Allemagne : ces deux statistiques réunies prennent donc une réelle valeur.

Or voici, au point de vue de la curabilité, la répartition des 627 cas étudiés par Trousseau :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Incurabilité absolue | — | — | 196 |
| Curabilité certaine | — | — | 185 |
| Curabilité incertaine | — | — | 246 |

En admettant que la cécité eût pu être évitée dans la moitié des maladies de curabilité incertaine, soit dans 123 cas, on obtient un total de 308 aveugles, c'est-à-dire environ la moitié, à qui, avec des précautions hygiéniques ou des soins appropriés, la cécité eût pu être épargnée.

Ces chiffres ne montrent-ils pas combien dans la pratique on ignore l'importance de l'hygiène oculaire ?

Parmi les affections curables, il faut ranger surtout les maladies contagieuses : l'ophtalmie purulente, dont on compte 101 cas dans la statistique de Trousseau, et une autre maladie également contagieuse, la conjonctivite granuleuse ou ophtalmie de l'armée. Nombreux sont aussi les cas de cécité par traumatisme, et par ophtalmie sympathique. On nomme ainsi l'inflammation de l'œil sain, après traumatisme ou brûlure grave de l'autre œil, lorsque l'énucléation de l'œil atteint et perdu n'est pas faite à temps.

Quelles sont les règles d'hygiène pour prévenir ces dangers ?

Pour les traumatismes, les chefs d'établissements, les ouvriers eux-mêmes doivent être prévenus que les blessures de l'œil sont d'autant plus dangereuses que les soins sont reçus tardivement ou ont été mal donnés. Dans le cas de corps étranger introduit dans l'œil, il arrive trop souvent que les camarades de l'intéressé cherchent, au moyen d'instruments peu appropriés ou malpropres, à enlever le corps du délit. Cette façon d'agir est détestable, car la cornée s'éraille et s'irrite par de maladroites manœuvres, et peut par la suite devenir le siège d'un ulcère ou d'un abcès, ou tout au moins d'une taie qui gênera la vision pour le reste de la vie.

Enfin, l'ouvrier doit toujours être prévenu de la nécessité de

l'énucléation de l'œil blessé quand il y a menace d'ophtalmie sympathique de l'œil sain.

Pourquoi n'afficherait-on pas dans les fabriques des avis indiquant la gravité des blessures et le moyen de les prévenir ? On devrait aussi amener les ouvriers à faire usage de lunettes protectrices, non en verre, les éclats pourraient en cas d'accident pénétrer dans l'œil et le blesser, mais en fil d'archal fin, voire même en mica.

Il faut enfin ne permettre la reprise du travail qu'après guérison complète, et pour cela indemniser le blessé pendant tout le cours de la maladie.

Que faire contre l'ophtalmie purulente, surtout celle des nouveaux-nés ?

L'ophtalmie des nouveaux-nés est due à une infection produite pendant ou peu après l'accouchement. Pour prévenir cette affection redoutable, aujourd'hui une méthode de désinfection jouit d'une grande vogue, celle de Crédé.

Après le premier bain du nouveau-né et le lavage des yeux avec de l'ouate imbibée d'eau propre, on entr'ouvre les paupières et on introduit dans chaque œil une goutte d'une solution de nitrate d'argent à 2 p. c. au moyen d'une baguette de verre : la goutte est déposée sur le centre de la cornée.

L'instillation faite, on ne touche plus aux yeux, et surtout on ne doit pas la renouveler. Grâce à cette méthode, Crédé a vu tomber le chiffre des ophtalmies des nouveaux-nés de 10 à 1/2 p. c. ; à la Maternité de Dresde, pas un seul cas d'ophtalmie purulente sur 720 naissances (1).

Trousseau se plaint de voir cette méthode peu employée en France, où l'on se sert généralement, pour la désinfection, de solutions n'offrant aucune garantie : eau phéniquée à 1 p. c., ou eau boriquée à 4 p. c.

Autre moyen d'une efficacité certaine : laver largement les yeux de l'enfant extérieurement et intérieurement avec une solution de sublimé à 1 pour 2000. Cette solution n'est nullement dangereuse ni irritante, comme l'a démontré Trousseau, si on a soin de n'y point incorporer d'alcool. Ce lavage peut être renouvelé tous les matins pendant trois ou quatre jours.

(1) *Compte rendu du Congrès de Copenhague*, 1884.
M. le professeur Venneman, de l'Université de Louvain, recommandait déjà la méthode de Crédé à ses élèves il y aura bientôt dix ans.

Une mesure efficace pour mettre les parents en garde contre cette affection serait d'adopter la proposition faite le 12 mars 1885 par la Société d'ophtalmologie de la Grande-Bretagne et de l'Irlande : on y recommandait l'impression, dans tous les documents publiés par le Bureau des naissances, de la note suivante : " Si les paupières sont rouges et enflées et sont le siège d'une sécrétion quelques jours après la naissance, l'enfant doit être conduit à un médecin sans attendre un jour. La maladie est très dangereuse ; si elle n'est pas soignée à temps, elle peut faire perdre la vue des deux yeux. "

L'ophtalmie purulente est contagieuse d'enfant à enfant, d'enfant à adulte. Il faut donc isoler les malades qui en sont atteints, et prévenir les personnes de l'entourage des dangers qu'elles peuvent courir; les linges, bandeaux, pinceaux contaminés seront brûlés. Le médecin surtout doit observer les règles d'une antisepsie rigoureuse. Jamais on n'emploiera d'éponges pour les soins de propreté, car une économie mal entendue pourrait les faire conserver; mais on se servira de tampons d'ouate hydrophile livrés aux flammes aussitôt après usage. Trousseau, dans son service des Quinze-Vingts, a fait remettre à chaque malade un petit tube en verre, d'un prix minime, hermétiquement bouché, dans lequel le pinceau est enfermé après avoir été désinfecté. Comme il le reconnaît lui-même, il y aurait mieux encore : supprimer ce pinceau et le remplacer par de petits tampons de coton hydrophile, brûlés dès qu'ils ont servi.

Nous citons un peu longuement ces mesures d'hygiène, parce qu'elles sont applicables à toutes les affections contagieuses des yeux, et aussi parce qu'on n'est pas assez convaincu de leur nécessité. Rappelons-nous la triste histoire de Goolam Kader. Ce charlatan arabe, qui eut tant de vogue à Bruxelles, avait par sa malpropreté et son incurie transmis de tous côtés l'ophtalmie purulente et granuleuse.

Rapprochons de l'ophtalmie purulente le trachôme, conjonctivite granuleuse ou ophtalmie dite de l'armée. Elle se propage par contagion directe et surtout par contagion indirecte (linges, mouchoirs, objets de pansement). Elle frappe surtout les agglomérations d'individus (soldats, écoliers, marins) vivant dans l'air confiné.

Dans les casernes, il faut fournir à chaque homme un minimum de 25 mètres cubes d'air et une bonne ventilation. Les chambres seront souvent désinfectées, l'eau distribuée à profusion, ce qui

permet d'imposer des soins de propreté rigoureux. Chaque homme doit posséder, comme dans l'armée belge, une cuvette et un linge personnels. Dans les crèches, on doit ne recevoir aucun enfant ayant mal aux yeux et renvoyer immédiatement tout enfant suspect.

En terminant cette revue rapide de moyens propres à prévenir ces affections si désastreuses, recommandons les soins hâtifs si utiles dans le glaucôme, dans les kératites ulcéreuses, etc. Mais il faut compter avec les préjugés populaires, souvent entretenus par des personnes qui côtoient la profession médicale. Beaucoup de malades croient qu'ils ne faut pas toucher aux yeux dans l'intérêt de la santé générale. Ils craignent de voir guérir une ophtalmie purulente ou une kératite scrofuleuse de peur que " ça ne se reporte ailleurs ".

" Combien, dit Trousseau, ne m'a-t-on pas amené d'enfants à la clinique des Quinze-Vingts, dont les cornées perforées baignaient dans le pus depuis quinze et vingt jours, et combien de fois, sur mes reproches, la mère ne m'a-t-elle pas répondu : " Mais la sage-femme m'a affirmé que ce n'était rien! "

Comment lutter contre cet état de choses? En répandant les notions élémentaires d'hygiène, en plaçant peut-être sur le livret de famille une annotation contre l'ophtalmie purulente, et surtout en poursuivant sévèrement l'exercice illégal de la médecine.

Après un premier chapitre traitant des causes de la cécité et des moyens de la prévenir, Trousseau s'occupe, dans quatre chapitres différents, de l'hygiène publique générale avec un paragraphe important consacré à l'hygiène scolaire; de l'hygiène professionnelle; de l'hygiène privée; des lunettes et conserves et de la correction des vices de réfraction (hypermétropie, presbytie, myopie, astigmatisme, anisométropie).

Il suffit de jeter un coup d'œil sur la table détaillée de ces différents chapitres pour juger combien ce livre est utile. Citons seulement, dans l'hygiène professionnelle, le nystagmus des mineurs, qui consiste en mouvements oscillatoires continuels du globe oculaire. Voici, d'après Trousseau, la cause probable de cette affection : l'ouvrier travaille ordinairement couché, le regard dirigé en haut; les muscles droits supérieurs et petits obliques se contracturent; d'où affaiblissement de ces muscles qui ne peuvent plus mouvoir le globe oculaire que par une série de petites contractions rapides et successives. Le meilleur moyen de guérison est le travail au grand jour.

Un mot aussi sur les conjonctivites chroniques et le catarrhe consécutif du sac lacrymal chez les cultivateurs, maladies dues aux intempéries de l'air.

Les affections lacrymales ne sont pas généralement traitées à la campagne ; cela explique la gravité de toutes les plaies, voire même de simples érosions de la cornée, qui chez les campagnards ont une grande tendance à s'infecter. En effet, les germes contenus dans les voies lacrymales inoculent la cornée dépouillée de son épithélium protecteur, et cette membrane ne tarde pas à devenir le siège d'ulcères septiques, d'abcès accompagnés d'hypopion.

Les professions dangereuses à cause de poussières irritantes ont pour conséquences habituelles la blépharite ciliaire, les conjonctivites. Mesures prophylactiques : port de lunettes protectrices, ventilation suffisante des ateliers ; éviter de porter aux yeux les mains souillées ; fréquents lavages des mains, de la figure et surtout des yeux.

Le livre de Trousseau fourmille de renseignements précieux. Laissant l'hygiène générale et l'hygiène professionnelle, parcourons rapidement l'hygiène de la famille et de l'individu, en intercalant çà et là des conseils empruntés aux autres chapitres.

## I. Hygiène privée générale.

A. *Hérédité.* La myopie est le plus souvent héréditaire ; mais elle se développe et s'aggrave à l'école ; aussi la myopie héréditaire doit être surveillée plus encore que la myopie acquise.

Les maladies constitutionnelles des parents qui peuvent prédisposer les enfants aux affections oculaires sont surtout la tuberculose, la scrofulose et la syphilis. Sur 212 malades atteints de syphilis héréditaire, Fournier a constaté 101 fois des altérations oculaires. La tuberculose touche de bien près à la scrofule, si ces deux maladies ne sont pas sœurs jumelles. Les maladies oculaires scofuleuses de l'enfance sont les plus fréquentes : conjonctivites phlycténulaires, blépharites, kératites de toutes formes ; leur influence sur la vision peut être désastreuse à cause des taies ou leucoses qu'elles laissent souvent sur la cornée. Sur 44 cas de cécité dus à des inflammations de la cornée, Trousseau en a trouvé 21 ayant pour cause la scrofule.

La prévention est ici très puissante. L'enfant scrofuleux doit être de bonne heure fortifié et placé dans de bonnes conditions hygiéniques. Le séjour au bord de la mer, loin des grandes villes,

le métamorphose. Mais il faut une plage assez abritée, à climat tempéré, et exposée de préférence aux vents d'ouest. Celles qui sont battues par les vents du nord et de l'est sont contre-indiquées, parce que ces vents sont mal supportés ; leur contact enflamme la conjonctive et favorise le larmoiement.

B. Dans les *maladies aiguës ou chroniques,* l'œil doit être surveillé avec le plus grand soin.

Dans la période comateuse des maladies très graves (typhus, choléra,...), le patient tient les paupières ouvertes, et ainsi la cornée se trouve exposée à l'air et à toutes les causes d'infection : aussi ne tarde-t-elle pas à s'altérer, s'ulcérer, voire même s'abcéder. C'est cette variété de kératite qu'on avait appelée à tort neuro-paralytique. — Prophylaxie : recouvrir les yeux d'un léger bandeau compressif fermant bien les paupières, ou unir les paupières avec de petites bandelettes collodionnées.

Parmi les fièvres éruptives, la rougeole est celle qui amène le plus souvent des complications oculaires. La variole, considérée autrefois comme amenant surtout les maladies des yeux, doit céder le pas à la rougeole : Trousseau l'a démontré dans un travail spécial.

Parmi les maladies chroniques, celles du système nerveux sont sans contredit celles qui retentissent le plus sur le globe oculaire. L'examen du fond de l'œil, dans les cas douteux, peut permettre de diagnostiquer une tumeur cérébrale ; de même, dans la maladie de Bright ou albuminurie, une rétinite peut exister alors qu'on ne rencontre pas encore d'albumine dans l'urine.

C. *Opérations. État général.* Les opération peuvent se faire en toute saison avec certitude de succès : rien de plus simple que de chauffer l'appartement l'hiver et de l'aérer convenablement l'été. On ne doit pas opérer dans des pièces froides où passent des courants d'air. Trousseau a toujours combattu le préjugé qui condamne certains opérés à un long séjour dans l'obscurité : c'est, en privant l'œil de son milieu naturel, porter un sérieux préjudice aux fonctions générales. La lumière blanche du soleil, qui convient le mieux à l'œil, doit être distribuée aussi largement que l'air dans les habitations. L'étiolement général, certaines maladies oculaires sont la conséqnence des séjours prolongés dans l'obscurité. Sans doute, dans certains cas, pour l'œil malade la lumière doit être atténuée, mais elle ne doit jamais être supprimée.

L'état général du patient influe-t-il sensiblement sur le résultat des opérations pratiquées sur les yeux ?

Chez les malades, chez les diathésiques, les opérations oculaires peuvent être exécutées avec les plus grandes chances de succès, pourvu que l'antisepsie soit rigoureuse : l'infection seule peut compromettre le résultat définitif. Trousseau opère journellement des diabétiques, des albuminuriques, des tuberculeux, et n'a jamais eu lieu de s'en repentir.

Pour ces opérations, le grand âge des patients n'est pas non plus une contre-indication.

## II. Hygiène des ages.

*Première enfance.* Nous avons vu les précautions à prendre contre l'ophtalmie purulente des nouveaux-nés. Les yeux doivent être rigoureusements soignés pendant la première quinzaine ; passé ce délai, l'ophtalmie grave n'est plus guère à craindre.

L'enfant peut avoir à la naissance un léger strabisme interne, qui ne doit pas inquiéter les parents, car le plus souvent il disparaît par la suite.

L'œil du nouveau-né a besoin de repos ; il ne doit s'habituer que progressivement à la lumière vive ; aussi les berceaux seront-ils tournés à contre-jour et munis de rideaux protecteurs. Mauvaise habitude que d'essayer de faire rire l'enfant en promenant sous ses yeux des objets brillants. D'autre part, il est ridicule d'accuser la position du berceau d'être capable de favoriser le développement du strabisme.

Les yeux des nouveaux-nés seront protégés contre l'humidité, le froid et surtout le vent. Ne les faire sortir que la tête enveloppée d'un long voile, c'est parfait. Mais il est inutile de les cacher dans des lainages qui suppriment complètement la lumière et ne peuvent qu'augmenter la sensibilité des yeux.

La veilleuse, qu'on place généralement la nuit dans la chambre du nouveau-né, doit être munie d'un écran protecteur.

Pendant la *seconde enfance*, éviter les jouets piquants, tranchants ou susceptibles de se casser, ainsi que les jouets explosifs.

Les colonies de vacances, les *sanatoria* sont les meilleurs préventifs des accidents scrofuleux oculaires. En Danemark, les enfants scrofuleux sont placés à demeure chez des paysans qui les prennent en pension à peu de frais.

C'est surtout à propos des accidents oculaires d'origine scrofuleuse que le médecin doit combattre bien des préjugés. Il est d'abord de toute nécessité de faire le plus tôt possible un traitement actif. Quelle erreur déplorable que celle des parents qui ne consultent même pas le médecin, de crainte, disent-ils, que celui-ci faisant passer l'affection oculaire, le mal ne se reporte autre part !

Un remède populaire est de couvrir, à la moindre alerte, les yeux des enfants avec un mouchoir formant bandeau. Or, le bandeau, quand il est indiqué, doit être manié avec une certaine réserve : son emploi est, non seulement souvent inutile, mais il est même dangereux dans certains cas. L'œil, pour être protégé contre la vive lumière et les causes irritantes externes, n'a pas besoin de bandeau, les lunettes fumées suffisent ; elles laissent à l'organe la liberté suffisante, ne poussent pas les cils vers le globe oculaire comme le bandeau, permettent l'écoulement au dehors des larmes et des produits de la sécrétion conjonctivale, n'augmentent pas la photophobie en soustrayant l'œil pendant longtemps à toute lumière même atténuée.

Depuis que Trousseau a supprimé le bandeau dans le traitement des kératites, il n'a presque plus jamais eu à employer l'écarteur pour vaincre le blépharospasme; les guérisons sont beaucoup plus rapides. Les deux ou trois premiers jours sont assez durs à passer, mais le soulagement qui survient les jours suivants compense largement la peine primitive. Il a été amené par l'expérience à cette façon d'agir : quand il constatait des lésions cornéennes et un spasme des paupières identique sur les deux yeux, il laissait un œil découvert et l'autre couvert. Or, la lésion et le spasme cédaient beaucoup plus rapidement sur l'œil découvert.

Le bandeau, selon Trousseau, pour des lésions extérieures, ne doit être appliqué que dans le cas de plaie ou traumatisme, afin de maintenir sur l'œil un pansement antiseptique. Bien que le bandeau soit d'un usage général en thérapeutique oculaire, les remarques de Trousseau, basées sur l'expérience, nous semblent mériter une sérieuse attention.

Il est important de ne pas commencer l'éducation sans examiner complètement les yeux du futur écolier ; les troubles de la réfraction doivent être corrigés, les lunettes prescrites s'il y a lieu. L'influence nuisible des études sur le développement ou l'aggravation des vices de réfraction est à son maximum pour les yeux non corrigés par le port de lunettes ; des verres bien

choisis, au contraire, atténuent considérablement l'action fâcheuse de l'étude.

C'est une erreur très répandue de croire que les verres augmentent les vices de réfraction, myopie, hypermotropie, presbytie, ou de penser qu'on évite la fatigue en se servant le moins possible des verres indiqués. L'usage des verres bien choisis ne peut avoir sur la vue que l'influence la plus salutaire, tant pour prévenir la fatigue de l'œil que pour empêcher l'accroissement du mal; les verres correcteurs sont les seuls agents thérapeutiques réellement efficaces contre la myopie progressive.

Conditions hygiéniques de la *vie scolaire* (à réaliser également à la maison) :

1° Éclairage des bâtiments. Le mauvais éclairage est nuisible, parce qu'il oblige l'écolier à se rapprocher trop de l'objet du travail, et à abuser de son accommodation et de sa convergence. En pratique, l'éclairage sera suffisant s'il permet à l'élève de lire à cinq mètres la dernière ligne de l'échelle de Wecker (lettres de 7 1 4 mill.) placée sur le mur le moins éclairé de la salle.

La meilleure orientation dans nos climats, pour que la salle ne soit ni trop sombre si trop éblouissante, est celle de l'est, du nord-est ou du sud-est.

Le meilleur éclairage est l'éclairage d'en haut; son grand inconvénient est de pouvoir rarement être réalisé, faute de place.

Il faut ensuite donner la préférence à l'éclairage venant exclusivement de gauche, qui permet à l'écolier d'écrire sans que son bras droit fasse ombre sur le papier.

Pour des salles de grande étendue, où l'éclairage latéral gauche exclusif n'est pas possible, on augmentera la lumière par l'éclairage d'en haut ou, au pis aller, par des fenêtres placées à droite de l'écolier; mais dans ce cas la plus grande quantité de lumière doit toujours venir du côté gauche. La lumière venant directement d'en face est éblouissante et fatigante.

La dimension des fenêtres doit être en proportion de celle de la classe comme 1 est à 4.

Les murs seront gris clair, afin de réfléchir la lumière sans aveugler.

Le meilleur éclairage artificiel est l'éclairage électrique: il a été essayé pour la première fois à l'école industrielle de Liége. Un miroir concave fixé sous chaque lampe empêche l'éblouissement par les rayons directs et projette la lumière sur un plafond blanc, d'où elle se réfléchit dans toute la salle.

L'éclairage électrique, dit Trousseau, est le meilleur, parce que ses qualités se rapprochent des qualités de la lumière solaire : pas de rayons jaunes, peu de calorique, fixité, intensité, diffusion.

Toutes les lumières artificielles contiennent plus ou moins de rayons jaunes : la lumière électrique en fournit le moins, puis viennent le pétrole, le gaz, l'huile et enfin la bougie.

Pour la quantité de calorique produit par nos foyers lumineux, on a, dans un ordre croissant : lumière électrique, pétrole, huile, gaz.

Viciation de l'air, nulle avec la lumière électrique ; après elle on doit ranger le pétrole ; l'huile et surtout le gaz vicient fortement l'air.

La fixité de la lumière, surtout constante pour les lampes à huile et à pétrole, est très défectueuse pour le gaz et la bougie ; pour la lumière électrique, elle peut être obtenue par les lampes à incandescence.

Au point de vue de l'intensité, un éclairage artificiel ne peut être trop fort, pourvu que la source de lumière, dérobée aux yeux, ne les frappe pas directement. Ceci est réalisable par la lumière électrique, qu'on peut arriver à rendre aussi diffuse que possible, au moyen de foyers très divisés et entourés de globes dépolis.

Donc, la lumière électrique constitue le meilleur éclairage artificiel ; puis vient le pétrole bien raffiné ; on doit rejeter définitivement l'huile et surtout la bougie. Le gaz est de tous les modes d'éclairage le plus anti-hygiénique : il n'a pour lui que la commodité de son emploi. Dans la salle du Reichstag de Berlin, l'éclairage se fait au gaz, mais les foyers lumineux y sont complètement separés de la salle par un plafond transparent.

Trousseau, dans cette appréciation, n'avait pas encore expérimenté le bec Auer. Or, de l'avis d'ophtalmologistes très distingués, " le bec Auer constitue l'éclairage le plus parfait qui soit aujourd'hui ".

Tel est le jugement du Dr Bribosia, de Namur ; sa manière de voir est entièrement partagée par le Dr Coppez, de l'Université de Bruxelles. Dans la conférence du R. P. Van Tricht sur L'*Exposition d'Anvers* (1), on trouvera étudiée plus au long la valeur, au point de vue hygiénique, de la lumière Auer.

Je me permettrai seulement, pour bien montrer quels sont les points à comparer dans les différents systèmes d'éclairage artificiel, de rappeler une remarque fort judicieuse du R. P. Van

(1) Revue des questions scientifiques, octobre 1894, p. 593.

Tricht : " Dans les lampes à incandescence, dit-il, la lumière est donnée par un fil de platine ou de charbon que le courant électrique échauffe ; dans le bec Auer, par des sels métalliques portés à l'incandescence par un bec Bunsen ; dans un cas comme dans l'autre, le gaz et l'électricité ne jouent pas le moins du monde le rôle éclairant, mais le rôle échauffant. „

2° Méthodes d'écriture. Les enfants ont, en écrivant, une tendance à porter la tête en avant et à l'incliner à gauche pour suivre la marche de la plume. Ils s'approchent trop du cahier, car la distance à garder normalement est de 25 à 30 centimètres environ.

Il prennent ainsi une position défectueuse qui peut développer la myopie et engendrer des déviations de la colonne vertébrale. Javal, rééditant la formule de Georges Sand : " écriture droite sur papier droit, corps droit „, a proposé à l'Académie de médecine d'adopter, comme système d'écriture, l'écriture française ou droite à main posée. M. Gautier a répondu à M. Javal qu'à l'école alsacienne on a essayé sans succès de prendre cette mesure, et qu'après quelques années d'expérience, on a dû revenir à l'écriture anglaise inclinée qui permet d'écrire plus vite. Aussi Trousseau pense que des remontrances réitérées, obligeant les élèves à se tenir droit et les empêchant de se rapprocher à plus de 25 centimètres de leur cahier, qui doit toujours être en pleine lumière, seront tout aussi efficaces que l'adoption d'une écriture assez peu pratique à notre époque où, selon le proverbe, le temps est plus que jamais de l'argent.

Le *choix d'une carrière* doit être subordonné à l'état de la vision.

Enfin, que l'*adulte* n'oublie jamais la grande loi de l'intermittence des fonctions, nécessaire pour conserver les organes à l'état normal. Il doit comme l'enfant interrompre son travail par des temps de repos courts mais fréquents.

Le travail, commencé immédiatement après le repas, fatigue et congestionne les yeux ; le travail du soir, qui est trop défavorable, ne sera pas inutilement prolongé.

L'habitude de fumer un grand nombre de cigarettes en travaillant est déplorable. La fumée du tabac irrite les yeux et détermine des conjonctivites, d'autant plus qu'au moment du travail l'œil se congestionne. Le fumeur peut se livrer à son goût à condition de suspendre le travail pour fumer; ainsi l'instant accordé à la satisfaction de l'habitude devient un moment de

repos. On doit en outre fumer en plein air ou aérer ensuite la chambre : il est mauvais de travailler dans une pièce remplie de fumée de tabac. L'usage immodéré du tabac peut produire en outre une amblyopie particulière qui a la plus grande analogie avec l'amblyopie alcoolique : diminution sensible de l'acuité visuelle; objets paraissant voilés, comme effacés; dyschromatopsie : le malade, par exemple, confond les monnaies d'or et d'argent. Ces accidents sont dus à la nicotine. Un adulte ne devrait pas dépasser la dose de 15 gr. de tabac par jour; le tabac d'Orient est moins dangereux que le tabac français, et le tabac très sec mieux toléré que le tabac humide. Les fumeurs de cigares et de cigarettes semblent plus prédisposés aux troubles visuels que les fumeurs de pipes.

La lecture au lit est nuisible. Elle devient, par sa répétition, une cause de fatigue, d'asthénopie, d'autant plus qu'elle se fait d'habitude dans une position presque horizontale, avec un éclairage très défectueux et qui oblige l'œil à un mouvement vicieux.

La lecture en voiture, en chemin de fer ou pendant la marche doit être proscrite, parce que les secousses imprimées au livre forcent l'œil à une répétition constante d'un travail d'accommodation très fatigant.

Si toutes ces remarques paraissent minutieuses ou sévères, qu'on n'oublie pas qu'elles s'adressent surtout à ceux qui sont prédisposés aux affections oculaires.

En terminant, je rappellerai que durant toute la vie il faut veiller à corriger les vices de réfraction qui surviennent.

Mosso, dans son livre sur la fatigue intellectuelle et physique, cite le cas d'un de ses amis qui se traitait à l'arsenic pour un mal de tête dont il souffrait cruellement depuis un an environ. En consultant un collègue, l'idée lui vint qu'il s'était fatigué la vue et qu'il était atteint d'une presbytie précoce; il cessa l'usage de l'arsenic, s'acheta une paire de lunettes appropriées, et son mal de tête disparut subitement.

Dr A. D.

## VII.

DISTRIBUTION DE LA VAPEUR. ÉPURES DE RÉGULATION, COURBES D'INDICATEUR, TRACÉ DES DIAGRAMMES, par A. MADAMET. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — Un vol. petit in-8° de 152 pp. — Paris, Gauthier-Villars et G. Masson.

La première partie de cet ouvrage expose complètement la théorie des différentes épures de régulation des distributions. L'auteur insiste tout particulièrement sur l'*Épure sinusoïdale*, par laquelle il entre en matière. Dans cette épure, due à MM. Moll et Montéty, ingénieurs de la Marine, les déplacements simultanés du piston et du tiroir sont portés en ordonnées sur une base mesurant les déplacements angulaires de la manivelle; des droites, parallèles à la base, et tracées à des distances correspondant aux valeurs des recouvrements extérieurs et intérieurs, permettent de trouver, par leurs intersections avec les courbes sinusoïdales précédentes, les fractions de la course du piston qui se rapportent aux diverses phases de la distribution, ainsi que la valeur des découvrements des lumières à chaque instant. Cette épure, qui tient compte de l'obliquité de la bielle et de la barre d'excentrique, est entièrement rigoureuse. L'auteur l'envisage comme la plus complète et la plus commode, et comme permettant le mieux, non seulement de se rendre compte des diverses particularités de la distribution dans une machine donnée, mais encore d'étudier les modifications qu'il y aurait lieu d'y faire subir en vue de l'améliorer, ces modifications pouvant porter sur l'angle de calage de l'excentrique de commande, la valeur des recouvrements, ou la course totale du tiroir. Dans ce but, l'auteur décrit complètement la manière de la tracer en en relevant les éléments directement sur la machine que l'on fait tourner à bras d'homme. On peut évidemment l'obtenir aussi à l'aide de constructions géométriques judicieuses, lorsqu'on connaît les dimensions des éléments fondamentaux du mécanisme. Pour l'étude des projets nouveaux, l'auteur recommande de l'appliquer à la détermination définitive des bases arrêtées provisoirement, d'une façon approximative, par l'un des diagrammes non rigoureux, mais plus expéditifs, qu'il fait connaître peu après. Il montre aussi qu'une épure identique peut s'employer non seulement avec la commande par excentrique, mais aussi dans le cas de distributeurs actionnés par des cames, et, en général, pour tous les distributeurs à déclic.

L'auteur aborde ensuite l'*Épure circulaire*, imaginée en 1833 par M. Reech, ancien directeur de l'École d'application du Génie maritime, et il expose les principes de son application à l'étude des distributions existantes et à l'établissement d'un projet de distribution devant satisfaire à une régulation donnée ; il caractérise cette dernière par les valeurs de l'avance angulaire à l'admission, de la période d'admission, de l'avance angulaire à l'échappement, et de la quantité dont la lumière doit être découverte. Cette épure non rigoureuse, négligeant complètement l'influence de l'obliquité des bielles, l'auteur la recommande pour la détermination provisoire des bases d'un avant-projet, sous réserve de contrôler et d'arrêter définitivement les valeurs à assigner aux éléments de la distribution par l'emploi de l'épure sinusoïdale. Pourtant il indique aussi à l'aide de quelles modifications il est possible, sur l'épure circulaire, de tenir compte des effets dus à l'obliquité des bielles. Disons que l'épure ainsi modifiée est connue en Allemagne sous les noms de Müller, Reuleaux et Schorch, cette dernière étant complètement rigoureuse.

L'auteur passe ensuite à l'épure de Zeuner, et nous devons signaler la façon extrêmement simple, claire et rapide dont il en déduit la théorie des principes géométriques de l'épure précédente. Comme cette dernière, et quoique l'on puisse y faire aussi les corrections nécessitées par l'obliquité de la bielle motrice, l'auteur ne la recommande que pour l'étude expéditive des avant-projets, lui préférant toujours, pour la rédaction d'un projet définitif, l'emploi de l'épure sinusoïdale.

Enfin, et pour terminer la première partie, l'auteur mentionne l'épure elliptique ou en œuf de Fauveau, très en usage dans l'industrie, spécialement dans les compagnies de chemins de fer, mais beaucoup moins propre que l'épure sinusoïdale à une étude des modifications qu'on voudrait faire subir à certains éléments, en particulier à l'angle de calage.

Pour exprimer dès maintenant notre impression sur tout ce premier chapitre, nous dirons que le grand mérite de l'exposition de l'auteur est, avant tout, la simplicité, la clarté, la facilité. En adoptant pour ses démonstrations des procédés uniquement basés sur la géométrie élémentaire, à l'exclusion de tout calcul analytique et de l'emploi des longues formules trigonométriques ordinairement d'usage, l'auteur a banni de son traité tout ce qui pouvait nuire à la clarté et à une compréhension saine et parfaite du sujet en question, et ce sans jamais rien sacrifier à la rigueur

et à l'exactitude. Ces avantages méritent particulièrement d'être mis en relief pour l'établissement géométrique de la théorie des cercles de Zeuner, si aride à élucider pour les personnes peu familiarisées avec l'usage de l'analyse : elle tient ici en vingt lignes à peine. Nous avons donné jadis une démonstration géométrique élémentaire tout aussi simple de la même épure, par une méthode qui présente sur celle-ci l'avantage d'être directe, c'est-à-dire de ne nécessiter la connaissance d'aucun autre diagramme auxiliaire.

On a pu dire avec raison que, dans le nombre immense de volumes qui ont été écrits sur la distribution de la vapeur, on s'est si bien efforcé d'éclaircir cette importante question que, parfois, on n'est guère parvenu à d'autre résultat que de l'obscurcir. C'est l'inconvénient qu'a su éviter l'auteur du présent volume en suivant une méthode toute différente de celles d'ordinaire en usage, méthode que déjà nous avons inaugurée et dont nous avons fait voir les multiples avantages.

La seconde partie de l'ouvrage a pour objet l'*Étude de la régulation sur les courbes d'indicateur*. L'auteur y étudie d'abord, en l'analysant, la forme normale que doit présenter la courbe d'indicateur dans le cas d'une distribution bien établie, puis il passe en revue toutes les altérations que produisent, dans le diagramme, les différents défauts de régulation et de construction qui peuvent se rencontrer : section insuffisante des orifices du cylindre, fermeture trop lente de ces orifices, avances exagérées ou insuffisantes à l'admission et à l'émission, compression excessive, réglage défectueux de la longueur de la tige, mauvais calage de l'excentrique de commande, fuites, ovalisations du cylindre, etc. ; il donne ainsi un grand nombre d'indications très complètes, pouvant permettre de remédier méthodiquement à tous les défauts de régulation que présenterait une machine. A ce propos, l'auteur insiste avec raison sur l'importance capitale que présente une régulation parfaite, tant au point de vue de l'économie de combustible qu'à celui de la douceur de fonctionnement et de l'absence de chocs.

La troisième partie de l'ouvrage est intitulée : *Tracé du diagramme pour un projet de machine à vapeur*. L'auteur fait d'abord remarquer que " tout projet de machine à vapeur est basé sur le tracé préalable du diagramme qu'on compte obtenir ultérieurement avec l'indicateur de Watt, une fois l'appareil en fonctionnement ; c'est ce tracé, en effet, qui permet évidemment

de déterminer les dimensions de cylindres nécessaires pour réaliser une puissance donnée „. Il se propose en conséquence d'exposer les méthodes du tracé préalable de ce diagramme, et il traite cette question pour le cas des machines à introduction directe, et pour celui des machines de Woolf, des Compound, et des machines à triple expansion.

Les tracés que l'auteur renseigne, qui supposent infinies les dimensions des réservoirs intermédiaires, et qui d'ailleurs ne sont qu'approximatifs à plusieurs autres points de vue encore, présentent donc essentiellement un caractère pratique, qui convient parfaitement pour le but que l'on a en vue.

L'auteur a introduit dans ce chapitre une étude intéressante sur le fonctionnement à puissance réduite des machines à plusieurs cylindres. Dans les machines à introduction directe, on marche à allure réduite en diminuant l'admission dans les divers cylindres ou en étranglant la valve, ou bien encore, ce qui est moins avantageux, en baissant la pression aux chaudières. Dans tous les cas, tous les cylindres continuent à travailler également et, sauf les conditions de fonctionnement économique ou de régulation qui peuvent être moins bonnes, mais auxquelles on ne peut rien changer, on a une solution satisfaisante du problème à résoudre. Mais pour les moteurs à détentes successives, la question est plus complexe, comme l'auteur le montre. Si on diminue l'introduction dans le premier cylindre, le rapport des travaux effectués dans les divers cylindres vient à s'écarter beaucoup des conditions normales primitives, et il se produit une grande inégalité dans la répartition des efforts sur l'arbre moteur, ce qui est évidemment fâcheux ; on se trouve alors conduit à réduire en même temps l'introduction dans les autres cylindres, mais cette solution complique sensiblement les mécanismes, en conduisant à l'installation de plusieurs détentes variables. Or cette question de la marche à puissance réduite présente une grande importance pour les locomotives dans lesquelles la puissance développée doit constamment varier suivant le profil de la voie ; il en est de même pour les navires de guerre qui, en dehors de leurs essais, fonctionnent presque toujours à vitesse relativement faible. M. Mallet a trouvé, pour les locomotives, une disposition ingénieuse, applicable à tous les moteurs à renversement de marche dans lesquels on fait usage d'une coulisse Stephenson ou bien des distributions Marshall, Joy, etc., et qui résout d'une façon à peu près satisfaisante le problème proposé sans presque pas de complication de mécanisme.

Après avoir décrit ce système, l'auteur mentionne la disposition proposée par M. Paul Dubuit, consistant à supprimer le troisième cylindre des machines à triple expansion pour les transformer en Compound dans le cas du fonctionnement à puissance réduite. Enfin, il expose la solution applicable spécialement aux navires de guerre, pour lesquels, la marche à vitesse réduite devant être la plus fréquente et par conséquent la plus économique, on se trouve conduit à faire de la triple expansion dans la marche à faible puissance et à fonctionner au contraire en Compound lorsqu'on veut lancer l'appareil à toute volée.

L'auteur termine son traité par l'*Étude du couple moteur* auquel est soumis l'arbre de couche d'une machine à vapeur, et qui a une importance réelle, attendu que c'est de son plus ou moins grand degré de régularité que dépend la douceur du fonctionnement. Il indique la façon de tracer le diagramme des moments moteurs d'après les diagrammes relevés à l'indicateur, et selon que l'on veut ou non tenir compte de l'inertie des masses à mouvement alternatif.

Après les jugements que nous avons eu l'occasion de porter au cours cette analyse, il serait superflu d'insister sur la sérieuse valeur pratique de ce petit traité : nous le recommandons vivement, non seulement aux contructeurs, mais à tous ceux qu'intéresse le fonctionnement économique d'un moteur à vapeur.

PAUL DAUBRESSE.

## VIII.

DÉTENTE VARIABLE DE LA VAPEUR. DISPOSITIFS QUI LA PRODUISENT, par A. MADAMET. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — Un vol. petit in-8° de 180 pp. — Paris, Gauthier-Villars et G. Masson.

Le volume actuel doit être considéré comme faisant suite à celui dont nous avons rendu compte dans la livraison de juillet 1892 (1), et qui ne comprenait que l'étude des distributeurs au point de vue seul de l'admission et de l'émission de la vapeur, par conséquent à l'exclusion des dispositifs spéciaux de détente variable.

(1) *Tiroirs et distributeurs de vapeur*, par A. Madamet. (ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE.)

Comme introduction à l'étude des mécanismes de détente, M. Madamet s'étend d'abord sur diverses considérations théoriques et pratiques relatives à l'emploi de la détente, à ses avantages, et aux limites en deçà desquelles l'économie de combustible commande de la maintenir. Il fait ressortir ensuite l'avantage que présente l'emploi de la *détente variable* pour proportionner à chaque instant la puissance de la machine au travail résistant à effectuer, sur le procédé qui consiste à étrangler la vapeur au moyen des soupapes ou valves d'accès dans les boîtes de distribution, ou à baisser la pression aux chaudières ; et il aborde la question : quel moyen de réaliser en pratique cette détente variable ?

Examinant d'abord comment ce but peut être atteint par le seul emploi du distributeur ordinaire, il reconnaît que ce dernier ne peut convenir que dans le cas où l'introduction est forte et ne doit varier que dans de faibles limites. Le tiroir ordinaire, en effet, lorsqu'on détermine ses éléments en vue de réaliser une admission qui descende en deçà de 50 % environ, présente, comme l'auteur le fait voir au moyen de l'épure circulaire, l'inconvénient d'étrangler beaucoup la vapeur pendant la période d'admission, de donner lieu à une compression exagérée, souvent inadmissible, et enfin, en nécessitant, avec des recouvrements considérables, une course très grande, de produire un encombrement assez fort, d'où un travail résistant considérable du distributeur, etc. De là, son emploi limité aux machines à détentes successives Woolf et Compound, où l'on parvient à réaliser la forte détente totale nécessitée par l'économie de combustible sans dépasser, dans chaque cylindre, les limites de détente que permet, dans de bonnes conditions, un tiroir simple proportionné convenablement et conduit, en vue d'obtenir la variabilité de la détente, par un excentrique à calage et excentricité variables au régulateur, ou encore par une coulisse.

Pour les autres machines, l'auteur, reconnaissant l'impossibilité d'obtenir ainsi une détente suffisante sans entraîner des défectuosités graves de régulation, est conduit à reconnaître la nécessité d'un organe spécial de détente variable, et à formuler toutes les conditions auxquelles doit satisfaire ce mécanisme pour réaliser la détente de la façon la plus avantageuse. Ces conditions sont notamment :

1° Ouvrir à l'admission avant le tiroir de distribution, afin de donner un libre passage à la vapeur dès que celui-ci arrivera lui-même à démasquer les orifices ;

2° Fournir dans tous les cas des passages suffisamment grands, à peu près les mêmes que ceux du cylindre ;

3° Fermer rapidement les orifices, sans quoi l'arrivée de vapeur serait illusoire pendant une partie du temps sur lequel on compte ;

4° Régler l'introduction dans les limites prévues par le constructeur du moteur, et permettre de la faire varier à volonté ;

5° Ne rouvrir qu'après que le tiroir de distribution a intercepté l'arrivée de vapeur (cette condition n'a pas toujours été remplie);

6° Pouvoir être instantanément supprimé à volonté, au moment où l'on donne l'ordre de stopper ; sans cela, il pourrait arriver, dans certaines positions, que les orifices d'arrivée de vapeur des divers cylindres fussent fermés à la fois, et on ne serait plus prêt alors à remettre immédiatement en route. Il faut d'ailleurs qu'on soit en état, dans les moteurs à renversement de marche, de tourner aussitôt en AR, ce qui exige en général la suppression de la détente.

C'est au point de vue de cet ensemble de conditions que l'auteur établira les règles de tracé et d'agencement judicieux des divers dispositifs qu'il veut étudier, et qu'il procèdera à leur comparaison réciproque. Dans ce but, il a d'abord classé toute une série de dispositifs de détente en cinq catégories.

La première catégorie fait l'objet du premier chapitre, et comprend les *Organes de détente mobiles sur une plaque fixe ou devant une ouverture fixe*, de façon à permettre ou à intercepter l'arrivée de vapeur dans la boîte à tiroirs. Au moyen de l'épure circulaire, l'auteur fait connaître rapidement et clairement toutes les conditions géométriques de fonctionnement des variétés diverses de ces glissières, et formule les règles à observer en pratique pour arriver au dispositif le plus avantageux, spécialement au point de vue de la fermeture rapide des orifices. Il expose la façon de procéder, par l'emploi de l'épure sinusoïdale, à une détermination définitive des valeurs provisoirement arrêtées à l'aide de l'épure circulaire, et il donne, pour terminer, quelques indications sur les formes d'exécution des détentes à glissière.

La deuxième catégorie comprend les *Organes de détente mobiles sur le dos du tiroir de distribution*. Continuant toujours à appliquer l'épure circulaire à l'étude de ces mécanismes, il est conduit à trouver très simplement la loi du mouvement relatif des deux tiroirs de détente et de distribution : — comme on le sait, les deux rayons d'excentricité se composent suivant un parallé-

logramme; — à étudier les circonstances diverses du fonctionnement de ces organes, et à formuler comme tantôt les règles qui doivent servir de guide à leur établissement, en vue de pouvoir réaliser une détente variable dans les meilleures conditions. L'emploi de l'épure sinusoïdale est indiqué pour les déterminations définitives, et l'auteur termine par quelques mots sur les formes d'exécution de ces mécanismes de détente. Ce sont, comme on le sait, les systèmes Meyer, Rider, etc.

Dans la troisième catégorie, l'auteur fait rentrer les *Organes fixes de détente* placés sur le dos du tiroir de distribution. Ce chapitre, dans lequel se trouve décrite la détente Farcot, n'est pas développé comme il aurait pu l'être. Nous estimons que ce dernier système, ainsi que certains autres plus importants et d'emploi actuel que l'auteur ne mentionne même pas, auraient pu constituer la matière d'une catégorie spéciale, celle des *Organes de détente mobiles sur le dos du tiroir principal et participant à la fois du mouvement de ce dernier et de celui d'un exentrique spécial.*

La quatrième catégorie se rapporte à la *Détente à cames,* dans laquelle une soupape spéciale de détente commandant l'accès de la vapeur dans les boîtes de distribution, ou bien directement les distributeurs d'admission eux-mêmes, dans le cas d'une machine à quatre distributeurs séparés (soupapes ou glissières), sont commandés par une came à profil variable, mobile le long de son axe longitudinal par l'action du régulateur.

Le cinquième chapitre, pour lequel l'auteur renvoie aux traités spéciaux, est relatif à la *Détente actionnée par un mécanisme à déclic.*

Dans le chapitre suivant, l'auteur examine le cas où, en adoptant des distributeurs distincts pour l'admission et pour l'échappement, et les commandant deux à deux par des excentriques différents, on peut, même à l'aide de tiroirs simples, réaliser dans de bonnes conditions une détente variable suffisamment prolongée par le moyen d'un excentrique ordinaire sans déclic pour commander les tiroirs d'admission, puisque, en ce qui concerne l'admission, on n'est plus limité, dans le choix de proportions judicieuses à donner aux éléments du tiroir et de l'excentrique, par la nécessité de garantir un bon fonctionnement aux périodes d'échappement et de compression. " La solution des quatre distributeurs indépendants, dit l'auteur, conduits de la façon que nous venons d'indiquer, est actuellement employée

sur un certain nombre de moteurs de moyennes dimensions, auxquels on tient à donner des vitesses de rotation que des appareils à déclics paraissent peu capables de supporter : ils jouissent évidemment d'une partie des avantages du type Corliss, en raison de la séparation complète des conduits d'arrivée et de sortie de vapeur ainsi que de la réduction des espaces morts : on ne perdra pas de vue cependant qu'ils sont loin d'assurer une fermeture aussi rapide des orifices dont la hauteur maximum découverte diminue d'ailleurs assez rapidement en même temps que la course, c'est-à-dire que l'introduction : comme nous l'avons déjà fait remarquer, ce sont là des inconvénients semblables à quelques-uns de ceux qui se présentent avec la coulisse de Stephenson quand on se sert de celle-ci pour faire une détente un peu prolongée. »

M. Madamet aborde alors, dans un nouveau et important chapitre, l'étude de la coulisse de Stephenson et de ses dérivées. Ici, nous devons mentionner tout spécialement la façon rapide, aisée et claire par laquelle, sans sortir de la géométrie élémentaire, et sans avoir aucunement recours à l'analyse, l'auteur établit, en quelques mots, les lignes fondamentales de la théorie du fonctionnement des coulisses. Pourtant, nous devons faire observer qu'en omettant, nous ne savons pour quel motif, un certain point particulier de cette théorie, il n'a pu éviter de manquer quelque peu de rigueur et de s'exposer à compromettre par le fait la clarté de son exposition. La théorie géométrique du fonctionnement des coulisses peut, en effet, et quoique réduite à quelques lignes, satisfaire à une rigueur et à une intégrité parfaites. Il suffit pour cela d'établir d'abord que le mouvement des points extrêmes de la coulisse, conduits dans des directions qui ne passent pas par le centre de l'arbre, est assimilable à celui que donneraient, sur une direction centrale, des excentriques fictifs, en avance ou en retard sur les excentriques réels, et qu'il est aisé de déterminer. C'est seulement à l'aide de ces excentriques fictifs que l'on peut déduire la loi de mouvement du coulisseau occupant une position donnée dans la coulisse, loi que l'auteur a déduite, fautivement, pour les excentriques réels. Il n'est plus besoin alors de recourir à l'influence de l'obliquité des bielles pour trouver, dans le cas de la coulisse Stephenson, la forme de la courbe centrale ; l'obliquité des bielles n'est ici rien de plus qu'une cause perturbatrice modifiant quelque peu la forme parabolique parfaite que possèderait cette courbe précisément si les bielles d'excentrique étaient véritablement de longueur

infinie. Toutefois, au point de vue de la pratique, le procédé de l'auteur reprend l'avantage, puisque, en tenant compte de l'obliquité, il fait usage, dans son épure, de la véritable valeur exacte de l'excentrique fictif calé à 180°, auquel on peut ramener le mouvement du tiroir lorsque le coulisseau se trouve au point mort de la coulisse. Quoi qu'il en soit donc, cette partie de l'ouvrage de M. Madamet n'en demeure pas moins extrêmement recommandable, tout particulièrement pour le constructeur.

Après avoir étudié ainsi toutes les particularités du fonctionnement des coulisses, l'auteur passe à la détermination des éléments d'une distribution par coulisse, et il montre comment, après des déterminations approximatives provisoires, on arrive à fixer les dimensions définitives de tous les éléments du mécanisme en faisant usage d'un modèle.

Après quelques mots sur les formes d'exécution des coulisses, sur la coulisse renversée de Gooch et sur quelques systèmes de distributions à changement de marche à un seul excentrique (Pius Pinck, Normand, Demoulin, etc.), l'auteur aborde, dans un nouveau chapitre, l'étude des *Distributeurs et Organes de détente à un seul excentrique ou sans excentrique,* basés sur le principe des distributions Joy, Marshall, Hackworth, etc. La méthode employée est toujours la même, et l'auteur ne cesse ainsi jamais de rester parfaitement clair, facile, et de rendre son exposition particulièrement précieuse pour le praticien. M. Madamet termine par quelques mots sur la distribution Walschaert.

Les qualités qui distinguent le précédent ouvrage sont aussi celles que nous avons trouvées dans ce volume, et elles le recommandent au plus haut point au constructeur. Nous sommes persuadé que même ceux qui possèdent déjà une longue pratique pourront être amenés, dans bien des cas, à le consulter avec fruit, et qu'ils ne manqueront pas d'y trouver des indications réellement précieuses.

PAUL DAUBRESSE.

## IX.

La Question biblique et l'Encyclique « **Providentissimus Deus** », par S. M. Brandi, S. J., rédacteur à la *Civiltà cattolica*. Traduit de l'italien par M. l'abbé Ph. Mazoyer, du clergé de Paris. — 1 vol. in-12 de 245 pp. — Paris, Lethielleux, 1896.

Ce petit volume, d'une doctrine très sûre, est une sorte d'apologie de l'Encyclique *Providentissimus Deus* sur les études d'Écriture sainte. C'est une exposition avec commentaires explicatifs des enseignements contenus dans cet acte pontifical ; c'est en même temps une défense de ce même acte, tant contre les publicistes qui s'étaient permis de l'attaquer ou d'en contester la valeur, tout au moins d'en proposer une interprétation qui en eût dénaturé le sens, que contre les catholiques qui, antérieurement à l'Encyclique, avaient cru pouvoir excepter de l'inspiration divine, soit les choses n'intéressant pas la foi ou les mœurs, soit tout au moins les détails minimes ou indifférents, *obiter dicta*, les choses dites en passant.

Comme nombre de questions de l'ordre scientifique proprement dit sont touchées, au moins accidentellement, par les saintes Écritures ; comme, d'autre part, le rationalisme et la soi-disant *libre*-pensée ne laissent pas de puiser dans ces rencontres des armes de faux aloi contre les documents divins, il n'est pas sans utilité, pour les catholiques qui se livrent à l'étude des sciences ou seulement qui s'y intéressent, d'être fixés sur les enseignements du saint-siège et de l'Église en ce qui concerne leur interprétation.

L'ouvrage du R. P. Brandi, dont le but est d'exposer et d'expliquer l'esprit et la portée de l'Encyclique, aborde d'ailleurs directement quelques-unes de ces questions relatives aux sciences physiques et naturelles dont la Bible s'occupe, non pas, évidemment, pour donner un enseignement quelconque à leur sujet, mais parce que l'allusion qui y est faite est nécessaire ou utile aux développements d'ordre tout différent qu'elle a pour but et pour mission de porter à la connaissance des fidèles.

A ce double titre, *La Question biblique et l'Encyclique* rentre dans la catégorie des ouvrages dont la Revue des questions scientifiques a le droit d'entretenir ses lecteurs.

Après une Préface où l'auteur insiste sur l'opportunité de l'Encyclique et en indique le but, le livre du R. P. Brandi s'ouvre

par une charge à fond contre ce qu'il appelle la *nouvelle école* ou l'*école large,* c'est-à-dire contre les catholiques qui, *avant que l'acte pontifical eût paru,* avaient cru bien faire, les uns de restreindre l'inspiration divine seulement à ce qui intéresse la foi et les mœurs, les autres d'accorder que, dans la rédaction des livres saints, l'élément humain aurait pu laisser passer, dans les matières neutres et de peu d'importance, des erreurs de détail. Ces modes d'interprétation n'étant plus admissibles après la publication de l'Encyclique, il semble qu'il eût suffi de le constater en quelques lignes ; les auteurs ou partisans de la soi-disant *école* nouvelle s'étant soumis, en bons catholiques, à l'enseignement du chef de l'Église, le cas était d'appliquer la maxime qui, entre catholiques sincères, met fin à toute contestation : *Roma locuta est, causa finita est.* C'était à bonne intention que ces interprétateurs avaient émis leurs propositions, et de bonne foi qu'ils s'étaient trompés. Il eût été plus généreux et de meilleur goût d'accabler moins des vaincus, du moment surtout qu'ils ont respectueusement et très honorablement accepté le jugement qui improuvait leur système.

L'auteur de la présente appréciation est d'autant plus à l'aise pour l'émettre qu'il ne se sent nullement gêné par les règles d'interprétation tracées par l'Encyclique, lesquelles lui paraissent laisser à l'exégèse biblique, au point de vue des sciences physiques et naturelles, toute la marge nécessaire pour réfuter les objections imaginées par le rationalisme et la libre-pensée.

Les objurgations sont de meilleure mise contre les écrivains qui, après la publication du document pontifical, ont cru pouvoir se permettre, les uns, — comme l'écrivain anonyme du recueil anglais CONTEMPORARY REVIEW, auteur de *The Papal Encyclical on the Bible,* et son traducteur et imitateur français dans la brochure intitulée : *Les Études bibliques, l'Encyclique et les catholiques anglais et américains,* — de rejeter purement et simplement cet acte, en ne lui ménageant pas les critiques, voire les sarcasmes ; d'autres, — comme la revue italienne RASSEGNA NAZIONALE, par la plume d'un écrivain qui signe du pseudonyme *Eufrasio,* — de dénaturer le sens et la portée des paroles du souverain pontife, pour lui faire dire, non seulement ce qu'il n'a pas dit, mais même le contraire de ce qu'il a dit.

Appuyé sur l'autorité de saint Augustin, de saint Thomas d'Aquin et du pape Léon XIII, le R. P. Brandi expose qu'il ne peut exister, dans les textes *authentiques* des saintes Écritures, aucune erreur, pas plus dans les faits d'ordre historique ou

scientifique que dans ce qui intéresse la foi ou les mœurs. Ce qui n'empêche pas d'ailleurs les écrivains inspirés de se servir des termes usuels employés de leur temps et intelligibles à tout le monde, plutôt que d'expressions techniques et savantes qui, au surplus, n'existaient pas alors, ou n'avaient ni le même sens ni la même portée qu'aujourd'hui.

L'auteur est amené par là à examiner les objections opposées par les écrivains de la CONTEMPORARY REVIEW, de RASSEGNA NAZIONALE, ainsi que par les libres-penseurs.

C'est d'abord ce passage du Lévitique, XI, 6 : " Le lièvre est impur parce que, *quoiqu'il rumine,* il n'a point la corne fendue. „ Or, réplique-t-on, le lièvre n'est pas un *ruminant,* il ne fait pas remonter les aliments de son estomac à sa bouche, comme le bœuf, la chèvre ou le cerf, pour les soumettre à une nouvelle mastication ; donc la Bible en disant qu' " il rumine „ commet une erreur évidente.

Ce n'est là qu'une querelle de mots. La signification scientifique du mot *ruminer* donnée ci-dessus est relativement moderne; mais de tout temps et bien avant que les observations des naturalistes eussent ainsi précisé le mode de nutrition des animaux classés comme ruminants, le mot " ruminer „ avait un sens vulgaire s'appliquant à tout mouvement des mâchoires et des dents semblable à celui des animaux qui ruminent dans le sens indiqué plus haut, alors même qu'il n'y a pas d'aliments à mastiquer ou remastiquer. C'est le cas du lièvre que les anciens naturalistes, Aristote en tête, avaient ainsi classé parmi les ruminants.

L'objection tirée du " lièvre qui rumine „ n'a donc aucune valeur. L'écrivain sacré s'est fondé, comme il devait le faire pour être compris du peuple auquel il s'adressait, sur les caractères extérieurs, apparents, connus de tous.

De même pour l'expression de *deux grands luminaires* appliquée par la Genèse, I, 16, au Soleil et à la Lune : celle-ci n'est point en soi un luminaire, n'étant pas lumineuse par elle-même ; et, comparée au Soleil, elle est loin d'être grande, puisqu'elle est très inférieure en volume à la Terre, elle-même environ douze cent mille fois plus petite que l'astre qui la chauffe et l'éclaire. Il n'en est pas moins vrai que, considérée dans son rôle d'éclairement nocturne, la Lune est aussi un luminaire, peu importe d'ailleurs qu'elle exerce ce rôle directement ou par une lumière d'emprunt ; et quant à sa grandeur *apparente,* la seule qui importait, elle n'est pas très sensiblement inférieure, en son plein, à celle du disque solaire.

Il y a aussi le célèbre miracle de Josué, X, 12, 13, dont notre auteur ne s'occupe qu'au point de vue du mouvement apparent du Soleil autour de la Terre : *Sol, contra Gabaon* NE MOVEARIS, *et luna, contra vallem Aialon.* STETERUNTQUE *sol et luna.* ... STETIT *sol in medio caeli et non festinavit occumbere spatio unius diei.* La vieille objection que c'est la Terre qui tourne autour du Soleil, et non l'inverse, est bien démodée. Il y a beau temps qu'on a victorieusement répondu que, même de nos jours, même dans le monde savant, on parle habituellement du mouvement du Soleil autour de la Terre parce que, pour plus de commodité, l'on conforme le langage courant aux apparences, et que, à bien plus forte raison, dans les circonstances où il se trouvait, Josué devait faire de même. On est en droit de s'étonner que l'écrivain de la RASSEGNA NAZIONALE en soit encore à s'attarder à cette niaiserie que n'invoquent plus, aujourd'hui, même ces sectaires qui semblent cultiver la science dans l'unique but d'y trouver des prétextes d'attaque contre les saintes Écritures. La difficulté, s'il en est une, n'est pas là. Elle serait plutôt dans la multiple série de miracles tant dans l'ordre physique, mécanique, hydrologique, etc., que dans l'ordre astronomique, qu'impliquerait forcément un arrêt brusque du mouvement de la Terre sur elle-même pour faire paraître le Soleil immobile dans le ciel pendant un jour. Ce n'est pas ici le moment de développer cette apparente difficulté et d'exposer la réponse très simple et très satisfaisante qu'elle comporte. Mais l'écrivain qui signe " Eufrasio „ eût été, ce semble, mieux avisé en cherchant là son objection, plutôt que dans la puérile remarque que c'est la Terre qui tourne et non le Soleil.

La même puérilité se remarque dans l'objection tirée de *Terra autem stat in aeternum* de l'Ecclésiaste, I, 4, affirmation, dit Eufrasio, qui *depuis Galilée* (sic) est une erreur. Si l'on tient compte du contexte qui précède : *Generatio (humana) praeterit et generatio advenit,* il est de toute évidence que la *stabilité* de la Terre dont il s'agit ici n'est pas une stabilité *astronomique,* mais une stabilité *d'existence,* par opposition à l'instabilité des générations qui se suivent et se succèdent en quelque sorte indéfiniment sur cette Terre qui, elle, est toujours là (1). Voir là, sérieusement, une objection ou une difficulté, c'est faire preuve d'une grande pauvreté d'imagination.

(1) Cette explication est tellement dans la nature des choses qu'elle naît d'elle-même dans la traduction française du passage cité. " Une

Le R. P. Brandi relève aussi une autre ineptie exégétique due, celle-là, à un savant nettement hostile à l'Église, Draper, dans son trop fameux *Conflit entre la religion et la science*, à propos de ce passage de saint Paul, au chapitre V, verset 12 de l'Épître aux Romains : *Sicut per unum hominem peccatum in hunc mundum intravit, et per peccatum mors...* D'après le *savant* américain, — qui se montre singulièrement *ignorant* en matière religieuse, — c'est là une doctrine de foi que démentirait solennellement la science par ses récentes découvertes ; et le chimiste yankee d'évoquer le souvenir de toute la faune et de la flore paléontologiques, depuis les trilobites et les sigillariées des étages primaires jusqu'aux grands mammifères et aux chênes tertiaires, pour convaincre, s'imagine-t-il, l'Écriture sainte d'erreur, en montrant que la mort était apparue dans le monde avant la faute d'Adam. Cela n'est pas plus sérieux que la prétendue stabilité *astronomique* de la Terre. Dans le passage cité de saint Paul, il est question du monde *humain*, de l'humanité, non du monde cosmique ou géologique. Ce qui est de foi, ce qui est " orthodoxe ", c'est que l'humanité, revêtue originairement d'un *privilège* d'immortalité au dehors des lois de la nature, préternaturel autrement dit, s'en est trouvée dépossédée dans la personne du premier couple humain par le fait de sa double désobéissance. La mortalité des espèces animales et végétales, conforme à la nature, n'a rien à voir là-dedans : c'est ce qui résulte, au surplus, de la seconde partie du texte cité : *Et ita* IN OMNES HOMINES *mors pertransiit, in quo omnes peccaverunt.*

La question des six jours de l'hexameron est traitée un peu sommairement : elle comporterait plus de développements que ceux contenus dans les trois petites pages que leur a consacrées le commentateur et défenseur de l'Encyclique *De Studiis Scripturae sacrae*. Toutefois elles en contiennent encore assez pour démontrer qu'il n'y a pas en elle les éléments d'une oppo-

génération passe et une génération vient ; mais la Terre *subsiste à jamais*, " traduit M. L. C. Fillion, dans sa *Sainte Bible commentée*. Et il fait ressortir, dans le commentaire, le caractère de perpétuelle instabilité de l'humanité, constaté de son côté par Homère au livre VI de l'Iliade, v. 146, en ajoutant, à propos de la Terre, que la locution *in aeternum* marque ici non pas l'éternité, mais une très longue durée : " aussi longtemps que durera le monde actuel ". — Telle est la *stabilité* dont il s'agit, non une autre.

sition à établir sérieusement et de bonne foi entre le texte sacré et la science humaine.

On pourrait en dire autant au sujet de l'antiquité de l'homme et de la chronologie primitive, bien que la question soit encore assez vague, aussi bien du côté des supputations faites d'après les chiffres incertains et peut-être incomplets du récit de la Genèse, que du côté des évaluations ethniques et anthropologiques, dans lesquelles la fantaisie et l'imagination ont une part trop souvent prépondérante.

Le déluge et son universalité plus ou moins restreinte sont indiqués sommairement et avec une grande réserve par notre auteur qui semble pencher plutôt pour l'interprétation traditionnelle que pour celle, plus rationnelle, semble-t-il, des écrivains des REVUES THOMISTE et BIBLIQUE.

Le texte latin de l'Encyclique, et les lettres d'adhésion des évêques, prélats et corps enseignants catholiques au Saint-Père, pour lui donner leur adhésion, complètent ce petit volume, moins considérable par le nombre de ses pages que par la gravité et l'importance des vérités qu'il met en lumière.

JEAN D'ESTIENNE.

## X.

LE PITHECANTHROPUS ERECTUS. Discussion, par le Dr É. HOUZÉ, agrégé, professeur d'anthropologie à l'Université de Bruxelles, président de la Société d'anthropologie, médecin à l'hôpital Saint-Jean. (Extrait de la REVUE DE L'UNIVERSITÉ DE BRUXELLES.) — 1 vol. in-8°, pp. 42, six figures. — Bruxelles, Bruylant-Christophe, 1896.

Le *Pithecanthropus erectus* est le nom donné par M. le Dr Eugène Dubois, médecin de l'armée hollandaise à Java, aux restes fossiles trouvés par lui à Trinil (île de Java) en 1891 et au mois d'août 1892. Ces restes trouvés en deux fois, à une année d'intervalle, consistent en un fémur, une calotte crânienne et deux molaires. La calotte crânienne et les molaires mises au jour en 1891 étaient à une distance de quinze mètres du fémur exhumé en 1892.

Cette découverte a fait certain bruit. Accueillie au début avec défiance, surtout à cause des circonstances mêmes de l'exhuma-

tion, elle a pourtant fini par s'imposer à l'attention, sans justifier d'autre part les graves conclusions que le Dr Dubois en tirait pour l'histoire de l'évolution humaine. Après avoir fait le tour de la plupart des revues d'anthropologie, la question du *Pithecanthropus erectus* a eu les honneurs d'une séance au Congrès international de zoologie de Leyde, le 21 septembre 1895.

Au mois d'octobre suivant, le Dr Dubois, en se rendant à Paris, s'arrêta à Bruxelles, où il exhiba les restes fossiles de Java à la Société belge de géologie. C'est là que M. le Dr É. Houzé eut le loisir de les examiner, et il a publié le résultat de cet examen dans l'article dont nous venons de transcrire le titre. Ses conclusions sont assez différentes de celles du Dr Dubois, qui, pour le dire tout de suite, n'était pas préparé par ses études antérieures à porter un jugement péremptoire sur la découverte qu'il avait faite à Trinil.

M. Dubois n'avait pas hésité à admettre que tous les restes fossiles exhumés à Trinil appartiennent à un seul et même individu. En outre, pour lui, le crâne et les dents offrent des caractères simiens très prononcés, tandis que le fémur est nettement humain ; il en conclut que l'on se trouve en présence des restes d'un être intermédiaire entre l'homme et le singe. Voilà pourquoi il le baptisa du nom de *Pithecanthropus*, et comme le fémur accusait la station droite, il ajouta l'épithète d'*erectus*. Nous reviendrons tout à l'heure sur ces conclusions, mais auparavant il faut analyser le travail de M. Houzé.

M. Houzé examine les ossements en eux-mêmes, chacun à part. Il laisse de côté la question géologique et la question d'âge des pièces squelettiques, il se borne strictement à l'étude anatomique. Le procédé est louable, et il a certes donné à M. Houzé des garanties d'impartialité que d'autres ne peuvent pas revendiquer au même titre. C'est ainsi qu'il reproche très justement à M. Dubois de s'être laissé guider par des considérations géologiques, et à M. Manouvrier d'avoir été influencé par les conditions du gisement.

Pour M. Houzé, comme du reste pour la plupart des auteurs, le fémur de Trinil est incontestablement humain, comme le montre l'obliquité diaphysaire estimée par M. Houzé à 80°. Toutefois c'est un fémur tératologique : il porte à la partie supérieure de la diaphyse des ostéophytes volumineux, et, sur la surface poplitée, une sorte de mamelon qui va jusqu'au voisinage de l'épiphyse. MM. Dubois, Virchow et Manouvrier ont attribué ces anomalies à une irritation périostique produite par

une carie vertébrale. En un mot, pour eux, le fémur de Trinil est pathologique.

Toutefois, pour être tératologique, le fémur de Trinil, même avec ses anomalies, est aussi humain que possible, et M. Houzé a rencontré à Bruxelles, sur un tuberculeux mort à vingt-six ans, les mêmes excroissances ostéophytiques. Aussi M. Houzé rejette-t-il carrément l'opinion de M. Dubois qui, en glissant rapidement sur les énormes excroissances sous-trochantériennes, et attachant une importance exagérée à la saillie insignifiante de la surface poplitée, tient à signaler sur le fémur de Trinil des différences qui permettraient de lui assigner un caractère intermédiaire entre l'homme et le singe. M. Dubois exige que, pour rejeter ce caractère intermédiaire, on lui présente un autre fémur ayant les mêmes anomalies que celui de Trinil. Prétention absurde, comme le montre M. Houzé, et du reste irréalisable, car jamais deux êtres ou deux parties d'être ne sont entièrement semblables.

MM. Dubois et Manouvrier ont essayé de reconstituer la taille du *Pithecanthropus* d'après la longueur du fémur, qui est de 445 millimètres. Toutes ces évaluations sont, d'après M. Houzé, frappées de stérilité et ne peuvent aboutir à une conclusion acceptable. En effet, les écarts peuvent aller jusqu'à 16 centimètres. " Dans ces conditions, dit très sagement M. Houzé, il vaut mieux s'abstenir pour les cas individuels. „

On a retrouvé à Trinil deux dents, la troisième molaire supérieure droite et la deuxième molaire supérieure gauche. M. Dubois et d'autres auteurs ont cru pouvoir les attribuer à un anthropoïde, à cause du volume et de la divergence des racines. Le volume ne fait pas difficulté ; M. Houzé montre que les dents du *Pithecanthropus* de Java n'ont pas de dimensions plus considérables que celles de plusieurs autres races humaines. Quant à l'écartement des racines, M. Houzé rapporte qu'il possède une dent arrachée naguère à un Bruxellois et qui présente pour les racines une divergence de 17 millimètres, exactement celle qui a été relevée sur la dent de Trinil.

C'est surtout le crâne du *Pithecanthropus* qui a donné lieu à de vives controverses. Rappelons d'abord en quel état assez fruste cette pièce nous est parvenue. Elle est réduite à une calotte, recouverte d'une gangue de couleur chocolat. Il paraît évident que le crâne était déjà tel avant d'être recouvert par la gangue ; il a subi des fractures, des bosselures, des enfoncements et des pertes de substance exocrânienne. Il y a aussi des défor-

mations : la région ptérique droite a subi une pression considérable, et à la partie postérieure, sur la ligne médiane, il y a une fossette large, dans son extension maxima, de 24 millimètres et profonde de 6 millimètres.

Quoi qu'il en soit de ces déformations qui peuvent être la suite du cahotement dans la couche à cailloux roulés, le crâne de Trinil est si nettement humain qu'il se rapproche, comme le montre clairement M. Houzé, du crâne de Spy, autant que deux crânes peuvent se ressembler. M. Houzé ajoute que " toutes les superpositions données dans ses différents mémoires par M. Dubois sont arbitraires et fantaisistes „. Il réfute aussi avec beaucoup de précision les déductions hasardées de MM. Dubois et Manouvrier relativement aux mensurations du crâne de Trinil.

Quant à la capacité crânienne, M. Houzé remarque avec infiniment d'à-propos que l'on conçoit malaisément comment certains auteurs " perdent leur temps à évaluer le volume d'un corps qui n'a pas de forme géométrique et dont il n'ont qu'un fragment incomplet „. MM. Dubois et Manouvrier se sont pourtant livrés à des évaluations qui, d'avance, sont frappées d'inexactitude ; et en constatant — du moins il le prétend — la faible capacité du crâne de Trinil, M. Manouvrier ajoute : " Et ces individus sont toujours, soit de très petite taille, soit des faibles d'esprit. „ M. Houzé s'élève avec force contre cette déduction ; il prouve, au contraire, par plusieurs exemples, qu'il y a des microcéphales très intelligents, et qu'en tout cas " on peut ne pas être imbécile avec une faible capacité crânienne „.

Il ressort donc de tout le travail de M. Houzé que le fameux *Pithecanthropus erectus* n'a en aucune façon la signification que lui attribue M. Dubois ; les restes fossiles de Trinil sont très certainement des restes humains. Nous l'avons dit plus haut. M. Houzé réserve la question géologique qui ne lui paraît pas suffisamment élucidée. Mais, comme il le dit fort bien, même " si l'on arrive à démontrer que les ossements humains de Java sont tertiaires, on n'aura pas démontré par cela qu'ils ont appartenu à un être intermédiaire „.

Le travail de M. Houzé est incontestablement le meilleur de tous ceux qui ont paru sur le *Pithecanthropus erectus*, et nous croyons que les conclusions qu'il a si fortement établies demeureront. Avant de prendre congé de ce travail, je veux rendre un hommage explicite à la méthode du savant anthropologiste de l'Université de Bruxelles. A plusieurs reprises, j'ai fait remarquer combien cette méthode est judicieuse. Jamais

M. Houzé n'obéit à des idées préconçues ; il ne cherche point à plier les faits aux théories, quelque chères qu'elles lui soient, mais il a le souci constant de faire parler les faits, quelles que soient les conclusions qui doivent en résulter. On ne saurait trop louer pareille tendance d'esprit : c'est celle de la vraie science, de celle qui ne fera jamais banqueroute, parce qu'elle ne prétend pas sortir de la sphère propre de son activité.

Sous ce rapport, M. Houzé est aux antipodes de M. Dubois, auquel il nous faut revenir un instant. Autant les recherches de M. Houzé témoignent d'une solide logique, autant celle-ci manque à M. Dubois, et, à notre avis, M. Houzé a été bien indulgent pour ce grave défaut. Il est pourtant utile de relever pareille insuffisance. Les hommes de science sont, eux aussi, justiciables de la saine philosophie. Dans deux articles des STUDIËN (1), un de nos confrères, le R. P. Bolsius, a fait ressortir très vivement les entorses données par le Dr Dubois à la logique.

C'est d'abord pour démontrer que les quatre pièces retrouvées à Trinil appartiennent à un même individu. M. Houzé juge que cette question n'a qu'un intérêt secondaire, et de plus qu'elle est insoluble. Il a raison à son point de vue, puisqu'il a démontré que tous les ossements ont très certainement appartenu à l'homme et nullement à un être intermédiaire entre l'homme et le singe. Mais, au contraire, pour la thèse ou plutôt pour l'hypothèse du Dr Dubois, cette question prime toutes les autres. Dès lors, il devait la prouver à fond, et rassembler d'indiscutables arguments pour l'établir. Or voici les arguments. Bien que trouvés à quinze mètres de distance, les ossements appartiennent au même niveau ; en outre, le crâne et les dents offrent des caractères simiens, tandis que le fémur est humain ; et enfin Lamarck et Darwin ont donné comme intermédiaire entre l'homme et le singe un type beaucoup plus humain que tous ceux qui ont été trouvés jusqu'à présent.

On croit rêver en lisant pareille logomachie, et pourtant c'est là toute l'argumentation du Dr Dubois ! Faut-il dire que les caractères des ossements retrouvés ne répondent en rien à l'objection des quinze mètres de distance ? Que vient faire pour résoudre le point en litige cette constatation relative à l'opinion de Lamarck et de Darwin ? Enfin on n'ignore pas qu'il ne suffit pas de retrouver des pièces à un même niveau pour affirmer

(1) STUDIËN OP GODSDIENSTIG, WETENSCHAPPELIJK EN LETTERKUNDIG GEBIED, nieuwe reeks, t. XLV, 1895, pp. 197-207 ; t. XLVI, 1896, pp. 200-220.

qu'elles ont appartenu au même être. Au même niveau, dans la même couche, on trouve les restes les plus disparates. Il n'est pas invraisemblable de retrouver dans un même magma des ossements d'animaux et des ossements humains; en conclura-t-on qu'ils ont appartenu à un même individu ?

Au Congrès de Leyde, M. Dubois a éprouvé le besoin d'écarter le préjugé que créait contre ses conclusions cette distance de quinze mètres. Il a trouvé l'expédient que voici. Il ne faut pas oublier, dit-il, que les fouilles se font par milles carrés ; or si l'on reporte la surface des fouilles sur une carte au millième, le mille carré devient un mètre carré, et la distance de quinze mètres se réduit à quinze millimètres !!!

Voici un dernier échantillon de la force de raisonnement du Dr Dubois. Somme toute, les savants sont divisés sur la nature des ossements de Trinil. " Les opinions, dit M. Houzé, sont partagées en trois camps. MM. Waldeyer, Krause, R. Virchow, O. Hamann, H. Ten Kate sont d'avis que la calotte de Trinil appartient à un anthropoïde. MM. Dubois, Manouvrier, O.-C. Marsh, A. Nehring, Verneau penchent vers une forme intermédiaire entre le singe et l'homme. Enfin, pour MM. W. Turner, J.-J. Cunningham, A. Keith, R. Lydekker, Matschie, Topinard, Rudolf Martin et pour moi, les restes de Java sont humains. "

Veut-on savoir ce qui a déterminé l'opinion de M. Dubois ? C'est précisément la divergence des opinions. Aussi M. Houzé remarque à ce propos, non sans quelque malice : " Dire que les particularités anatomiques sont intermédiaires parce que M. X... est d'une opinion différente de M. Y..., cela constitue un caractère d'un nouveau genre pour la détermination d'une espèce. " Le R. P. Bolsius dénonce de la façon humoristique que voici le procédé du Dr Dubois : " Que dirait-on d'un numismate qui, mis en présence de monnaies dont l'âge est contesté, raisonnerait de la manière suivante : Les uns affirment que ces monnaies sont du XVe siècle ; d'autres les rapportent au XIIIe siècle ; j'en conclus qu'elles doivent être du XIVe ? "

Pour être complet, j'ajoute que le R. P. Bolsius ne s'est pas contenté, dans ses articles, de signaler l'incohérence des déductions du Dr Dubois, il a aussi abordé le fond du débat et sérieusement étudié la question du *Pithecanthropus*. Son second travail surtout est intéressant par le compte rendu très vivant et très détaillé de la fameuse séance du Congrès de Leyde, où le Dr Dubois s'est rencontré avec le Dr Virchow de Berlin.

J. VAN DEN GHEYN, S. J.

## XI.

La Dynamo, *Théorie, calcul et construction,* par C.-C. Hawkins et F. Wallis; traduction et adaptation de l'anglais, par E. Boistel, ingénieur-électricien. — Deux volumes in-8° de XIII-418 pp. et IX-347 pp., avec 190 figures dans le texte. — Paris, J. Fritsch, 1896.

Les génératrices d'électricité occupent, dans les stations centrales et les installations électriques de tout genre, la place et elles remplissent la fonction des machines à vapeur dans les ateliers : elles en sont l'âme. De même que celles-ci, elles méritent donc de devenir l'objet de monographies spéciales et de traités distincts : les ouvrages généraux ne sauraient plus développer suffisamment les importantes questions théoriques qu'elles soulèvent et les délicates études pratiques qu'elles nécessitent; elles ont droit à une littérature particulière.

Ainsi s'explique l'abondance des publications relatives à la dynamo : cette abondance est d'autant mieux justifiée que ces appareils ont leur théorie générique et leur théorie expérimentale comme la machine à vapeur. De plus, la variété des aperçus auxquels la génératrice d'électricité donne lieu permet à de nombreux auteurs de garder une originalité propre.

MM. Hawkins et Wallis ont par conséquent eu raison d'éditer un livre à la suite de M. Sylvanus Thompson, et de plusieurs autres qui sont loin d'avoir épuisé la question. M. Boistel lui-même, qui a si bien traduit et adapté l'œuvre de Thompson au génie français, ne saurait être blâmé d'avoir encore voulu employer son talent à vulgariser un ouvrage anglais, auquel il a reconnu une valeur spéciale.

Ce n'est pas une traduction qu'il nous donne; il a raison de dire que c'est une *adaptation ;* les livres anglais en ont besoin, au double point de vue de leur terminologie et de leur ordonnance générale. Leur passage à travers le crible un peu serré de la critique de M. Boistel les met en valeur; le puritanisme du langage de leur traducteur leur garantit une version correcte et irréprochable dans les termes.

L'ouvrage se présente donc à nous dans les meilleures conditions : il a d'ailleurs le mérite d'une sage pondération entre ces considérations théoriques et pratiques, qui le rend accessible à tous.

Il est divisé en deux parties, formant deux volumes séparés : le premier renferme l'étude physique et mécanique, le second les calculs et les données de construction.

Les principes généraux de la transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique sont traités dans l'introduction; l'étude du champ magnétique et du circuit magnétique vient ensuite et fait comprendre le fonctionnement de la dynamo et le développement de sa force électromotrice. Ce n'est pas nouveau, sinon dans le procédé d'exposition ; mais la discussion des phénomènes de *self induction* est cependant réellement originale.

On peut dès lors aborder la classification des génératrices : elle se base sur le sens continu ou alternatif de la force électromotrice dans chaque fil, sur la direction de la longueur du fil induit et le sens du champ par rapport à l'axe de rotation, et sur le sens continu ou alternatif de la force électromotrice extérieure. Tout cela est marqué au coin du génie anglais, et M. Boistel n'y a pu remédier.

La fin du premier volume est consacrée à l'aimantation du fer, à sa perméabilité, à l'hystérésis et aux qualités spéciales des inducteurs et des induits : ces chapitres sont fort intéressants.

Le second volume débute par les équations des dérivations magnétiques, si importantes pour résoudre le difficile problème de l'excitation. Les auteurs peuvent attaquer ensuite les questions pratiques et les calculs de construction, auxquels la seconde partie de l'ouvrage est consacrée. Les indications de métier sont abondantes et utiles ; à noter ce qui est dit sur le calage des balais et la production des étincelles, sur l'échauffement des dynamos, sur la surveillance de ces machines, etc.

On a épargné au lecteur la description des innombrables dynamos nées dans le cerveau fécond de constructeurs en quête de matière brevetable : on ne s'est arrêté qu'aux types, ce que justifie le titre du livre, qui est *la* dynamo et non pas *les* dynamos.

Ce livre mérite donc l'attention des électriciens et des physiciens, et il sera un des plus remarqués de la bibliothèque électrotechnique de M. Fritsch, déjà si appréciée d'ailleurs.

A. Witz.

## XII.

COURS ÉLÉMENTAIRE DE PHYSIQUE rédigé conformément aux plus récents programmes du Baccalauréat ès-lettres, par ÉDOUARD BRANLY, professeur de physique à l'Institut catholique de Paris. — Paris, Ch. Poussielgue, 1896. — Un volume in-8° de 539 pages avec 622 figures. — Cet ouvrage fait partie de la collection des classiques publiés par l'*Alliance des maisons d'éducation chrétienne.*

Nous avons analysé ici-même (avril 1895) le *Traité élémentaire de physique* publié par M. Ed. Branly en 1895, et rédigé conformément aux plus récents programmes des baccalauréats ès-sciences. Le *Cours élémentaire de physique* que publie aujourd'hui le même auteur s'adresse plus spécialement aux élèves qui préparent le baccalauréat ès-lettres : il est donc plus simple et moins étendu que le *Traité,* mais il a toutes les excellentes qualités de celui-ci. Nous n'avons rien à retrancher des éloges de notre premier compte rendu ; ils s'adressent tous au *Cours élémentaire ;* mais nous devons en supprimer les critiques. Le texte du *Cours* n'est pas un simple extrait du *Traité,* mais une réédition, revue avec soin, de ses parties les plus simples et enrichie de notes nombreuses et très intéressantes relatives à la biographie des physiciens célèbres et à l'histoire de la science. Ces notes comblent très abondamment et très heureusement ce que nous avons considéré comme une lacune dans le *Traité.*

Ajoutons que le *Cours élémentaire* répond parfaitement aux programmes de rhétorique et des cours scientifiques des collèges belges. Nous le recommandons vivement aux professeurs : ils ne trouveront pas, croyons-nous, de manuel français plus digne d'être mis entre les mains de leurs élèves.

J. THIRION, S. J.

## XIII.

LES PRINCIPES DU POSITIVISME CONTEMPORAIN. Exposé et critique, par JEAN HALLEUX *(Bibliothèque de l'Institut supérieur de philosophie).* — Un vol. in-12 de 351 pp. — Louvain, 1895.

Ce livre, que son auteur a présenté comme dissertation inau-

gurale pour l'obtention du grade de docteur en philosophie thomiste, est un exposé clair et une réfutation solide des principes du positivisme contemporain.

Ces principes, M. Halleux les établit d'abord dans leur développement logique. Les jugements de la raison sont ou d'ordre expérimental, ou d'ordre spéculatif. Les premiers sont relatifs à des faits observés, ils ne deviennent évidents qu'à la lumière des données de l'expérience. Les seconds au contraire ont une évidence propre, indépendante de toute expérience; les rapports qu'ils expriment se découvrent par la simple analyse des concepts. De là deux espèces de sciences, les unes ayant pour point de départ l'observation des faits, les autres l'analyse des concepts. Le positivisme nie toute évidence qui ne se dégage pas immédiatement des données de l'expérience : ce qui a été constaté est seul certain. (Ch. I, I.)

Telle est la pensée fondamentale des positivistes, et pour la démontrer ils invoquent des arguments d'ordre critique et d'ordre historique. La raison, disent-ils, ne peut par elle-même arriver à aucune certitude. Dans les principes qu'elle formule, elle obéit à une loi instinctive et aveugle, dans ses raisonnements déductifs elle n'ajoute rien aux connaissances antérieurement acquises. En effet, la conclusion étant contenue dans le principe, l'affirmation du principe est déjà l'affirmation de la conclusion. L'humanité d'ailleurs a compris la superfluité du mode de penser spéculatif, car l'histoire démontre que la science, en se développant, délaisse progressivement la méthode déductive pour se conformer plus rigoureusement à la méthode empirique. (Ch. I, 2.)

Où conduit logiquement ce principe qu'"une connaissance n'est certaine que si elle s'appuie sur des faits constatés "? A la ruine de toutes les sciences. Des sciences spéculatives d'abord, puisqu'elles n'ont d'autre méthode que l'analyse des concepts abstraits, indépendamment de toute expérience. (Ch. II, I.) Non seulement le positivisme nie les sciences spéculatives, mais les sciences expérimentales elles-mêmes dont il se glorifie lui deviennent impossibles. Dans ces sciences, en effet, on ne fait pas seulement appel à l'évidence de fait, mais encore au raisonnement. Lorsque nous formulons une loi de la nature, cette loi présente un caractère général; nous l'énonçons non seulement des cas particuliers que nous avons constatés, mais encore d'une multitude infinie de cas actuels, passés, ou futurs, sur lesquels n'ont jamais porté nos observations. Les positivistes doivent nécessairement condamner pareil procédé. Selon eux, ce qui a été

constaté est seul certain ; or l'avenir ne se peut constater. Les prétendues lois énoncées par la science se réduisent à de simples formules abréviatives de nos expériences passées, et la science devient une nomenclature de faits constatés. (Ch. II, 2.)

La psychologie sombre au milieu de ces ruines accumulées, car elle étudie la nature intime du *moi*, et comme le *moi* ne tombe pas sous les sens, elle n'est aux yeux du positivisme qu'un tissu d'hypothèses arbitraires. Il en est de même de la morale, qui repose sur la psychologie. La sociologie positiviste elle-même n'est qu'une description des institutions et des transformations sociales, abstraction faite de toute règle de conduite concernant l'avenir. De fait, les sociologues positivistes n'ont pu se conformer à la logique de leurs principes, tant ceux-ci sont contraires à la nature de l'intelligence humaine. Le plus grand nombre d'entre eux ont essayé de dégager des enseignements de l'histoire la loi de l'évolution future des sociétés. Ils ont considéré que cette évolution s'opérait dans le sens d'une concentration de plus en plus accentuée des forces sociales, établissant ainsi le point de départ philosophique des théories collectivistes. (Ch. II, 3.)

Après avoir défini les étapes logiques de ce développement de l'idée positiviste, M. Halleux étudie son développement historique, sa première fondation par Hume et Kant, sa constitution définitive par A. Comte, l'orientation subjectiviste que lui ont imprimée Stuart Mill et Taine, sa forme la plus contemporaine dans la synthèse de Spencer. (Chap. III.)

Il aborde enfin dans un chapitre quatrième la critique du positivisme. Tout n'est pas à rejeter dans le positivisme.

Il est vrai de dire avec les positivistes que nous n'avons pas l'intuition de la nature des êtres, que les facultés sensibles saisissent seulement les choses par le dehors, que ces manifestations ou phénomènes des choses ne les constituent pas mais dérivent de leur constitution. Il est encore vrai que l'expérience sensible est la source première de toutes nos connaissances. En conséquence, le problème de la nature intime des êtres et de leur mode d'opération est plein d'obscurités et, sur bien des points, insoluble. Mais le positivisme exagère ces vérités en voulant réduire la science à une connaissance ordonnée des phénomènes. La raison établit l'évidence des premiers principes, et la valeur de ses opérations spéculatives. Elle se rend compte qu'elle ne juge point des choses en aveugle, mais que sa loi est

l'évidence. Elle n'est pas, comme le soutient Kant, une faculté qui agit sous une impulsion instinctive et aveugle, mais une faculté qui cherche à s'éclairer sur la vérité des jugements qui lui sont proposés. En faisant appel au principe de causalité, elle arrive à connaître dans une certaine mesure la chose par ses qualités extérieures, l'agent par les effets de son activité.

En résumé et comme conclusion : les positivistes rendent service aux hommes de science en leur rappelant la nécessité d'avoir recours à la méthode expérimentale, et en mettant l'esprit humain en garde contre les théories *à priori*. On ne peut sous ce rapport blâmer A. Comte d'avoir recommandé l'emploi de la méthode historique en sociologie. Cependant, ne l'oublions pas, il ne suffit point d'avoir constaté des faits et d'en avoir décrit les caractères extérieurs. En sociologie comme dans les autres domaines, la science n'est point exclusivement faite de constatations empiriques ; elle suppose le raisonnement qui conclut du fait à la loi. Or, le raisonnement est impossible si l'on rejette les principes métaphysiques.

M. D. W.

---

# REVUE

## DES RECUEILS PÉRIODIQUES

---

### MINES.

—

**Annales des Mines de Belgique.** — Les deux premières livraisons de cette revue viennent de paraître. Nous sommes heureux de saluer ce nouveau confrère et de lui adresser nos meilleurs vœux de succès.

L'arrêté royal du 9 mars 1896, qui institue cette publication, expose dans ses considérants " *que dans l'intérêt de l'art des mines, de la métallurgie et des autres arts industriels, notamment dans leurs rapports avec la sécurité de l'hygiène des ouvriers, il est utile de publier, sous forme d'un recueil spécial, les mémoires et documents se rapportant aux progrès réalisés tant en Belgique qu'à l'étranger* ".

Ce recueil vient bien à sa place à côté des autres revues de sciences appliquées publiées en Belgique, et notamment à côté des Bulletins et Revues de nos Écoles spéciales. Dirigées par un Comité composé des hommes les plus compétents du Corps des mines belge, les ANNALES DES MINES présenteront aux Ingénieurs et Directeurs de nos exploitations houillères un recueil précieux où figureront des études ayant spécialement pour objet tout ce qui concerne les progrès de la sécurité du travail dans les mines et les différentes industries qui s'y rapportent. Les articles qui composent les deux premières livraisons ne manqueront pas d'attirer l'attention de tous les Ingénieurs et particulièrement de ceux qui ont à s'occuper des travaux grisouteux.

**Les explosifs de sécurité en usage dans les mines grisouteuses** (1). — Cette étude a surtout pour objet de déterminer la température de détonation des explosifs dits de sécurité employés le plus communément en Belgique. On sait que cette température de détonation joue un rôle important dans le degré plus ou moins grand de sécurité que présentent ces divers explosifs. — A cette considération de la température, il faut ajouter celle de la quantité nécessaire pour produire un travail déterminé. — Il convient d'examiner le cas où l'explosion a lieu à l'air libre, et celui où elle se produit en vase clos. Ce sont surtout la grisoutite à la cellulose et les différents types d'explosifs Favier que l'auteur soumet à la comparaison, aidé des formules de la thermo-chimie et de la mécanique chimique. Il parvient ainsi à établir leur température de détonation tant à l'air libre qu'en vase clos, ainsi que le travail maximum effectué par kilogramme d'explosif. Il tient compte également de la nature des produits provenant de la décomposition en vase clos. Il est important en effet que ces produits ne soient ni combustibles, ni toxiques. — Ces diverses considérations conduisent l'auteur à conclure : 1° Les antigrisous Favier, sans distinction, sont à la tête des explosifs de sécurité. 2° La sécurité absolue des explosifs Favier, dans leur fabrication, leur emmagasinage, leur transport et leur maniement, les place à tous les points de vue au-dessus des explosifs à base de nitroglycérine.

**Expériences sur les explosifs de sûreté** (2). — Depuis plusieurs années, un certain nombre de nouveaux explosifs ont été présentés aux exploitants de charbonnages avec la dénomination d'explosifs de sûreté ; dans plusieurs districts houillers ils ont été soumis à des expériences pratiques permettant de juger de leur plus ou moins grand degré de sûreté en présence du grisou ou des poussières ténues de charbon. Dans une note publiée aux ANNALES DES MINES DE BELGIQUE, M. Watteyne, Ingénieur principal des mines à Bruxelles, récapitule les expériences très intéressantes qui ont été faites récemment à Schalke.

Une galerie est établie à la surface, analogue à celles qui ont été établies précédemment, notamment à Neuwkirschen, dont nous avons relaté ici les expériences il y a quelques années (3).

(1) ANNALES DES MINES DE BELGIQUE.
(2) *Ibid.*
(3) REVUE DES QUEST. SCIENT., avril 1886.

On dispose également à Schalke d'une conduite spéciale amenant à la surface le gaz recueilli dans des galeries intérieures grisouteuses. Différentes dispositions très pratiques permettent de relever exactement les divers éléments des expériences, qui comprennent deux séries : celles où un espace libre de $0^m,15$ est laissé entre l'explosif et l'orifice du trou de mine, et celles où il n'y a pas d'espace libre sur la charge. On a constaté en effet, du moins pour certains explosifs, une différence dans les deux cas au point de vue de l'inflammabilité des mélanges dangereux. Notamment, on a reconnu que, en présence des mélanges poussiéreux avec peu ou pas de grisou, les explosifs dits de sécurité se comportaient d'une façon moins avantageuse quand il n'y avait pas d'espace libre.

Notons aussi que toutes les expériences sont faites sans bourrage, c'est-à-dire à peu près dans les conditions des mines faisant canon, circonstance la plus favorable à l'inflammation des mélanges grisouteux ou poussiéreux. Le programme des essais comprenait : 1° Tir des mines dans les poussières seules ; 2° Tir des mines dans une atmosphère poussiéreuse avec 2 1/2 p.c. de grisou, proportion où la présence du gaz commence à se révéler à la lampe de sûreté ; 3° Tir des mines dans une atmosphère poussiéreuse contenant assez de grisou pour que le mélange soit explosible par lui-même, et ce jusqu'à 7 p. c. de teneur en grisou.

Un point important constaté, c'est qu'aucun des explosifs essayés ne peut être considéré comme d'une absolue sécurité, celle-ci étant en rapport avec l'importance de la charge, qui peut toujours être augmentée. C'est pourquoi les expériences de force faite à Schalke sont le complément nécessaire des expériences sur l'inflammabilité relative des divers explosifs, pour permettre d'apprécier leur valeur relative pour l'emploi qui en est fait dans les mines grisouteuses ou poussiéreuses.

Plusieurs explosifs ont donné, sous ce rapport, des résultats très satisfaisants; ainsi, la roburite n° I, le carbonite pour charbon et l'antigrisou Favier n° III n'ont pas enflammé les mélanges explosibles aux plus hautes charges qu'il a été possible d'introduire dans le canon d'expérience. Cette charge maximum étant limitée à 600 grammes, il est à présumer que leur degré de sécurité ne persisterait pas indéfiniment par l'augmentation progressive des charges. C'est un point important dont il y a lieu de tenir compte dans leur emploi. L'ingénieur qui a dirigé les expériences de Schalke, M. Winkhaus, a soumis aux essais

plusieurs composés binaires fabriqués par lui et formés en proportions variables de nitrate d'ammoniaque et d'un corps carburant, le dinitrobenzol. Il s'agissait de s'assurer du degré de sûreté que donnent expérimentalement des explosifs dont la température de détonation est aisément déterminable. On sait que celle-ci a une importance considérable sur la sécurité relative d'un explosif, au point que les règlements français prescrivent une température maximum de détonation de 1900° en roche et 1500° en veine. Il n'est pas toujours facile de s'assurer si la température théorique de détonation correspond à peu près exactement à la température réelle. Un seul des composés binaires essayés par M. Winkhaus a accusé une température de détonation un peu inférieure à 1500°, bien qu'enflammant un mélange grisouteux à 7 p. c. Plusieurs explosifs existants dans la pratique et soumis aux expériences de Schalke ont donné de meilleurs résultats et peuvent donc être considérés comme satisfaisant aux prescriptions des règlements français.

On peut d'ailleurs augmenter quasi indéfiniment la sécurité d'un explosif par la diminution des substances carbonées qui entrent dans sa composition. Mais on réduit en même temps sa puissance et on rend plus difficile la détonation complète de la charge, condition très importante à réaliser dans la pratique, de même que celle de ne pas devoir exiger pour explosionner des capsules trop puissantes qui constitueraient par elles-mêmes une source de danger.

Ces diverses expériences montrent les progrès très importants, au point de vue de la sécurité, réalisés dans ces derniers temps dans la fabrication des explosifs. Si l'idéal consiste à en supprimer complètement l'emploi dans l'exploitation des mines grisouteuses ou poussiéreuses, cet idéal nous paraît encore si éloigné qu'il faut encourager ceux qui parviennent à rendre moins dangereux l'usage de ces produits, dont l'emploi est encore nécessaire dans la situation actuelle de notre industrie houillère. Et il est bien juste aussi que les ingénieurs qui ont à diriger les charbonnages expriment toute leur reconnaissance à ceux qui, comme M. Watteyne, M. Winkhaus et d'autres ingénieurs distingués, s'appliquent spécialement à étudier, au point de vue de la sécurité, les nouveaux explosifs présentés à l'industrie et à enrichir l'art des mines des résultats de leurs travaux.

**Les gaz occlus dans les poussières de charbon.** (1) — Diffé-

(1) ANNALES DES MINES DE BELGIQUE.

rentes expériences pratiques, jointes aux circonstances observées dans plusieurs explosions accidentelles, ont prouvé le rôle important que jouent parfois les poussières charbonneuses. Il était intéressant d'étudier l'influence des caractères physiques et de la composition chimique de ces poussières au point de vue de leur inflammabilité. M. l'ingénieur Halleux donne, dans les ANNALES DES MINES DE BELGIQUE, un compte-rendu d'une conférence du professeur Bedson sur la question des gaz occlus dans les poussières de charbon.

Le phénomène de l'absorption des gaz par les corps poreux est connu depuis longtemps, ainsi que les expériences qui le démontrent. Il présente beaucoup d'analogie avec celui de l'occlusion des gaz dans le charbon. On peut les en extraire par un procédé assez simple et les soumettre ensuite au dosage et à l'analyse. Les expériences faites dans ce sens par M. Bedson montrent que les gaz occlus par la poussière de charbon contiennent des hydrocarbures appartenant à la série de la paraffine et à celle de l'oléine, et les premiers renferment non seulement le gaz des marais, mais aussi d'autres gaz de la série. La composition des gaz extraits diffère sensiblement si le charbon est de fraîche extraction ou bien s'il a subi une exposition d'un certain temps à l'air, cette circonstance provoquant l'épanchement d'une partie du gaz occlus. Cet épanchement se fait d'autant plus facilement et plus rapidement que le charbon est réduit en plus fines particules ; tandis que les hydrocarbures lourds restent fixés dans les poussières. Les hydrocarbures légers constituent la plus grande partie du gaz inflammable, du grisou contenu dans l'air des mines ; et ce sont les hydrocarbures denses qui, restant occlus dans les poussières, rendent celles-ci facilement inflammables, lorsqu'un coup de mine explosionnant avec production de flamme élève la température de l'atmosphère poussiéreuse immédiatement voisine.

La composition chimique des poussières de charbon a donc, comme on le voit, beaucoup d'importance dans les causes de leur inflammabilité. A cette influence, il faut évidemment ajouter celle de la ténuité et de la porosité, mais à un degré moindre peut-être qu'on ne l'avait cru précédemment.

**Emploi des explosifs dans les mines.** (1) — Le nouveau règlement belge qui vient d'entrer en cours, concernant l'emploi

(1) ANNALES DES MINES DE BELGIQUE.

des explosifs dans les mines, présente certains articles particulièrement intéressants, surtout si l'on compare ce règlement avec celui de 1884.

Notons d'abord, dans les considérants de l'arrêté royal, la constatation que l'emploi des explosifs est la cause la plus fréquente des accidents de grisou ; que des progrès notables ont été réalisés dans la fabrication des explosifs brisants : mais que quelle que soit leur innocuité relative dans les milieux grisouteux ou poussiéreux, il importe de n'en permettre l'usage que là où il y a nécessité.

Le nouveau règlement tient compte également de l'inflammabilité des poussières, dont ne parlait pas le règlement de 1884. Beaucoup d'articles sont communs avec l'ancien règlement : ce dernier est souvent complété et de nouveaux articles sont introduits.

Notons d'abord, dans le chapitre I concernant les dispositions applicables à toutes les mines, un article nouveau, l'art. 3, qui interdit d'introduire dans les travaux des dynamites et composés analogues atteints par la gelée ou qui ne seraient pas en parfait état de conservation. On a eu en effet à déplorer divers accidents provenant de l'exsudation de la nitroglycérine. — Puis l'art. 7, recommandant d'éviter les chocs et "*poussées brusques*", celles-ci déterminant parfois, comme le briquet pneumatique, une augmentation de température dangereuse.

Le nouveau règlement divise aussi en deux classes A et B les couches de la 2e catégorie des mines à grisou, au point de vue de l'emploi des explosifs, selon que le dégagement de grisou y est modéré ou abondant ; la classification des couches est établie pour chaque siège d'exploitation.

Des prescriptions spéciales sont stipulées pour chacune de ces classes. Cette nouvelle subdivision avait bien sa raison d'être.

Notons aussi, dans la section qui traite des conditions d'emploi, le paragraphe qui prescrit d'avoir soin, avant de mettre le feu à la mine, de s'assurer qu'il n'existe pas dans ses environs "*de poussières sèches, ténues et inflammables en suspension dans l'atmosphère, ou déposées sur le sol, ou sur les parois*" ; également dans la même section, l'art. 14, défendant l'emploi simultané, dans un même fourneau de mine, d'explosifs de compositions différentes, et exigeant que l'explosif soit le même dans toutes les voies d'un même chantier.

Ce nouveau règlement est beaucoup plus complet que celui de 1884. Il tient compte des progrès réalisés dans la fabrication des

explosifs, ainsi que des observations qui ont prouvé le danger des poussières charbonneuses.

**La production houillère des États-Unis en 1895.** — L'extraction totale de charbon aux États-Unis a atteint en 1895 le chiffre de 192 000 000 tonnes, comprenant 134 000 000 tonnes en charbons dits bitumineux représentant les différentes qualités de charbons gras et demi-gras, et 58 000 000 tonnes de charbons anthraciteux.

L'État de Pensylvanie intervient à lui seul pour 50 000 000 de tonnes, puis l'Illinois pour 17 700 000 tonnes, l'Ohio pour 13 000 000 tonnes, etc. On voit que la production de la Pensylvanie dépasse de beaucoup celle des autres districts. — La production pour l'ensemble des divers districts dépasse de 22 000 000 tonnes celle de 1894 (1).

V. LAMBIOTTE.

## GÉOLOGIE.

**Tremblement de terre de Constantinople.** — En calculant, d'après la méthode de Dutton et Hayden, la profondeur du foyer du tremblement, M. Eginitis (2) a trouvé qu'elle était de 34 kilomètres, chiffre très voisin de celui que M. Lecomte adopte en se basant sur les différences de l'heure des secousses en différents endroits. Il a pu en outre déterminer quelle a été la vitesse de transmission des secousses, et cette vitesse s'est trouvée être de 3 à 3,6 kilomètres par seconde, égale à celle des secousses du dernier tremblement de terre de Locride. M. Eginitis rappelle pour terminer la période séismique qui depuis deux ans affecte la Méditerranée orientale : Zante, Thèbes, Locride, Constantinople, Sicile, sans compter nombre de petits tremblements en Europe et en Asie. Les pays en question se trouvent sur une ligne presque droite.

**Faune marine arctique et antarctique.** — D'une étude

(1) COLLIERY GUARDIAN.
(2) COMPTES RENDUS ACAD. DES SCIENCES de Paris, septembre 1894.

qu'il a faite de ces deux faunes, étude qui lui a montré leur ressemblance, M. J. Murray (1) croit pouvoir conclure qu'à une époque peu éloignée de la nôtre elles ont été en contact, à un moment où une température uniforme régnait sur tous les océans.

**Décomposition des liquides au contact de la silice en poudre.** — On croit généralement que c'est à l'argile qu'est due la propriété de retenir les alcalis ou les sels de certaines solutions. M. Gore (2) montre par des expériences que c'est surtout la silice qui agit dans ce cas-là. En agitant de la silice en poudre dans des solutions alcalines ou salines sans action chimique sur la silice, on voit une partie notable du corps en solution se fixer sur celle-ci. Elle agit d'autant plus qu'elle est plus fine. Dans des solutions très diluées, 80 p. c. des corps dissous se fixent sur la silice. Le phénomène se produit assez rapidement et la température n'a qu'une faible action.

**Le magnétisme terrestre** (3). — On a déjà plusieurs fois tenté d'utiliser les délicates oscillations de l'aiguille aimantée pour se faire une idée de la constitution lithologique des régions profondes de notre globe innaccessibles à nos observations directes. M. Rucker met à profit, à ce point de vue, les longues séries d'observations aujourd'hui rassemblées sur la variation séculaire de la déclinaison et de l'inclinaison magnétiques. D'après M. Rucker, les fluctuations de la variation séculaire sont si considérables qu'il semble que l'on se trouve en présence, non d'une onde calme se propageant doucement et lentement tout autour de la terre sans être altérée sur son trajet, mais bien d'un courant entretenu ou enrayé sous l'influence de conditions locales dont l'étude serait des plus instructives. Le caractère essentiellement local de ces conditions pertubatrices est nettement prouvé par ce fait à côté de bien d'autres : que, dans des régions très limitées, où les conditions géologiques superficielles sont en apparence identiques, la variation séculaire est loin de marcher parallèlement dans les diverses stations d'observation. Même entre deux points aussi raprochés que Kew et Greenwich, il n'y a pas de parallélisme. En résumé, même dans les régions où on ne connaît aucune roche magnétique, les observations démontrent

(1) Proceedings of the Royal Society, London 1894.
(2) Proceedings of the Philosophical Society of Birmingham, 1894.
(3) British Assoc. for the Advencement of Science, 1894, session d'Oxford.

l'existence de lignes ou de centres définis de déviation de l'aiguille aimantée. On a invoqué deux causes pour expliquer ces anomalies : des courants terrestres et des roches magnétiques visibles ou non. Les deux causes peuvent coexister, mais la seconde est certainement prédominante. C'est ainsi que M. Rucker a démontré que toute masse de roche éruptive basique impressionne l'aiguille aimantée à de grandes distances. M. Rucker montre également que les observations des anomalies de déclinaison et d'inclinaison magnétiques peuvent être complétées par des observations d'anomalies dans la pesanteur. Par exemple, M. Fritsche a constaté qu'au nord et au sud de Moscou il y a deux grandes régions où le fil à plomb est dévié dans des directions opposées et cela d'une façon très notable, ce qui avait conduit à émettre l'hypothèse d'une énorme cavité sous la ville de Moscou ou d'une faible densité des roches au même point. Depuis, M. Fritsche a trouvé par des observations magnétiques qu'une ligne d'attraction traverse la ville de Moscou. Aussi pense-t-il que l'on peut expliquer les anomalies de la pesanteur et du magnétisme par l'existence d'une masse cachée de fer se rapprochant de la surface à Moscou et s'étendant au nord et au sud. Sans que cette hypothèse puisse expliquer d'une façon absolue les faits observés parfois contradictoires, il est certain que l'on peut espérer de trouver dans cette voie des faits intéressants.

**Chute d'une météorite à Lesves (Belgique)** (1). — Le 13 avril derrier tombait à Lesves la troisième météorite connue en Belgique. Elle s'enfonça d'environ $0^{m}40$ dans le sol, à côté d'un jeune homme qu'elle faillit tuer. La météorite, qui pèse environ $1^{k}300$, produisit en tombant un bruit assez violent. Elle appartient, comme les deux précédentes chutes belges, au groupe des météorites pierreuses dites à structure chondritique. Fait remarquable : depuis novembre 1895, les chutes de météorites et les apparitions de bolides se sont multipliées d'une façon inusitée en Europe et particulièrement en Belgique. La météorite en question a été partagée entre les universités de Liége et de Gand et le musée d'histoire naturelle de Bruxelles.

**Influence de la fumée de charbon sur la transparence de l'air.** — M. Dufour (2) a constaté un phénomène qui pour-

(1) Ciel et Terre, t. XVII, n° 5, p. 117.
(2) Ibid., p. 129.

rait avoir une très grande portée au point de vue de l'explication de certains phénomènes paléontologiques de l'histoire de la terre. On avait été frappé en 1883 de l'apparition de superbes lueurs crépusculaires que l'on avait prises d'abord pour des aurores boréales, ce qui a été reconnu faux ultérieurement. Comme ces lueurs étaient apparues peu près la célèbre catastrophe du Krakatoa, on les attribua dès lors aux poussières répandues dans l'atmosphère par le volcan. M. Dufour cite encore d'autres phénomènes météoriques, comme la diminution de la transparence de l'air, qui se présentèrent à cette époque. On objecta à l'hypothèse précédente que la pulvérisation de la masse totale du Krakatoa n'aurait répandu dans l'air qu'une épaisseur de poussière tellement mince qu'il serait difficile de lui attribuer la diminution de transparence de l'air et les autres phénomènes observés. M. Dufour a voulu montrer par de nombreuses expériences que cette objection n'est pas fondée. En enfumant de façons différentes des lames de verre, il a reconnu qu'un verre recouvert d'une couche de charbon de 1/692 de millimètre arrête absolument les rayons du soleil. Une couche de charbon de cette épaisseur dans l'atmosphère suffirait donc pour nous plonger dans une obscurité absolue. M. Dufour cite différentes observations qui prouvent que la présence de poussières dans l'air, poussières provenant de volcans, suffit pour obscurcir presque complètement l'atmosphère jusqu'à plus de 60 kilom. de distance. Il tire également des conclusions intéressantes des observations faites dans l'atmosphère fumeuse de Manchester. — Les faits reconnus par M. Dufour pourraient servir à expliquer certains faits de paléontologie végétale encore inexpliqués. Les phénomènes volcaniques ont dû avoir jadis une ampleur inconnue aujourd'hui, et l'obscurité produite par la présence de leurs poussières expliquerait bien des faits d'absence ou de localisation de plantes qui sont dans une étroite dépendance des phénomènes de luminosité.

**Un volcan au centre de l'Afrique.** — On sait que presque tous les volcans sont situés sur les bords de la mer. Certaines théories sont même basées sur cette observation. Comme preuve à l'appui, on citait ce fait que l'Afrique centrale est dépourvue de volcan. Stullmann, dans son voyage avec Émin-Pacha, avait déjà signalé l'existence d'une zone volcanique entre le lac Tanganika et le lac Albert-Édouard. Von Goetzen (1), qui a exploré

(1) MOUVEMENT GÉOGRAPHIQUE, 1894.

plus attentivement la région, y a observé de près un volcan en pleine activité, le Kirunga, de plus de 3500 m. de hauteur. Son cratère présente un diamètre de 1 1/2 kilom. sur 30 m. de profondeur et montre au fond deux puits réguliers dont l'un vomit continuellement une fumée rougeâtre avec un fort grondement.

Comme les lacs de l'Afrique équatoriale sont de véritables mers par leur étendue et leur nombre, ce fait n'infirme pas l'observation rapportée au commencement de cet article.

**Température dans la croûte terrestre.** — Dans un forage creusé aux mines Calumet and Hecla près du lac Supérieur, M. Agassiz (1) a eu l'occasion de faire d'intéressantes études sur l'augmentation de la température en profondeur. On a fait des observations depuis la profondeur de 32 m. jusqu'à celle de 1396 m., en 8 points différents. La température à 32 m. était de 15°; à 1396 m.. elle n'était au maximum que de 26°1; donc seulement une augmentation de 11°1 pour 1364 m., soit un degré par 123 m. Comme on le voit, cette augmentation est quatre fois moindre que le chiffre que l'on admet comme moyenne (1° par 33 m. de profondeur). Ce n'est pas d'aujourd'hui que l'on sait que l'accroissement de température est plus irrégulier dans les mines métalliques qu'ailleurs. Ainsi M. West (2) cite les faits suivants, observés dans les mines de Comstock (Nevada) : dans un puits, à la profondeur de 820 m., on rencontre déjà une température de 52°, et des sources d'une température de 67°; dans un autre puits de 930 m., on atteint la température de 77°; donc toujours des températures incomparablement supérieures à celles des mines citées plus haut.

Par contre, dans le célèbre sondage de Paruschowitz en Silésie, on a trouvé, par des mesures faites de 8 en 8 m., un accroissement de température de 1° par 33 à 35 m., conforme à la moyenne adoptée. Ce sondage, qui constitue actuellement le point le plus profond atteint par l'homme, est creusé dans le houiller où il a percé 83 couches de houille et atteint l'énorme profondeur de 2004 m.

**Existence de bactéries dans les terrains dévoniens.** — Les recherches de M. Renault avaient montré l'existence de

(1) American Journal of Science and arts, 1895.
(2) La Nature, 1896, n° 1200, p. 411.

bactéries jusque dans le carbonifère. Le même savant vient maintenant (1) d'en reconnaître dans l'intérieur plus ou moins altéré de bois fossiles de la collection Unger provenant des schistes à cypridines de Saalfeld (Thuringe). M. Renault a reconnu que l'absence de pores dans les trachéides ligneuses est due à l'action d'une bactérie de forme sphérique qui détruit les couches d'épaississement supportant les pores. Une autre forme de la même bactérie détruit même les membranes moyennes. Cette bactérie est la plus ancienne actuellement connue.

**Mouvement des sables et des galets le long des plages** (2). — M. Wheeler a observé que, contrairement à une opinion reçue, les dépôts littoraux ne cheminent pas le long des côtes dans la direction des vents dominants. Ainsi en Angleterre les vents dominants soufflent du S.-O., tandis que les dépôts littoraux se déplacent dans la direction du sud sur la côte orientale, dans la direction de l'ouest sur la côte méridionale et sur la côte septentrionale. Dans chacun de ces cas il suivent non la direction du vent, mais celle du flux. Celui-ci cheminant pendant 6 heures avec une vitesse de 2 à 2 1/2 nœuds est seul capable de mettre en mouvement les sédiments littoraux. M. Wheeler ajoute encore d'intéressantes observations sur le mouvement des matières à l'embouchure des fleuves, sous l'influence combinée du flux et du courant de la rivière. Il y a là des considérations d'un vif intérêt pour les questions qui se rapportent à la construction des ports.

X. STAINIER.

---

## SCIENCES SOCIALES.

**L'agriculture anglaise.** — La situation de leur agriculture est l'objet des plus vives préoccupations de nos voisins d'Outre-Manche. Aussi cette branche de l'industrie nationale, la plus importante même pour eux, est l'objet de leurs études les plus suivies. Le gouvernement en a pris l'initiative en instituant une commission chargée de rechercher les moyens de venir en aide

(1) COMPTES RENDUS ACAD. DES SCIENCES, mai 1896, p. 1226.
(2) PROCEEDINGS OF THE INSTITUTE OF CIVIL ENGINEERS, 1895.

à l'agriculture. Les délibérations de cette commission ont donné lieu à des polémiques nombreuses et violentes; elles ont abouti au projet du gouvernement, qui deviendra loi en cette session, de diminuer de moitié les taxes locales qui pèsent sur la propriété non bâtie.

Le parlement a eu aussi à s'occuper d'autres projets, émanant de l'initiative privée, par exemple, le projet sur l'importation du bétail, d'après lequel le bétail importé doit être abattu dans le port d'arrivée, et le projet d'après lequel tout produit colonial ou étranger devrait porter une estampille spéciale.

Les revues anglaises de ces derniers mois contiennent de nombreux articles sur ces questions.

Ainsi dans la FORTNIGHTLY REVIEW (avril 1896) se trouve une intéressante étude de M. James Long sur le programme agricole. La cause principale de la détresse de l'agriculture anglaise est, d'après M. Long, la surproduction dans les contrées nouvelles. A cela on ne peut rien. Mais il est une série d'objets pour lesquels le parlement pourrait intervenir. C'est d'abord le régime légal de la *tenure* qui demanderait un règlement plus précis de la question des améliorations faites par le fermier. Les taxes locales devraient être levées d'après les capacités des contribuables. Aujourd'hui le fardeau tout entier retombe sur la propriété réelle et épargne la propriété personnelle. Il est à remarquer que le Bill proposé par le gouvernement portera en partie remède à cette situation. L'impôt sur la bière devrait être modifié. L'emploi de l'orge pour la fabrication de la bière tend à diminuer de plus en plus. On le remplace par des succédannés à bon marché. La taxe est actuellement de 6 s. 9 d. par baril. Il faudrait ramener la taxe à 6 s. pour la bière pure, porter, au contraire, à 7 s. 6 d. la taxe sur la bière manufacturée à l'aide de succédannés. L'auteur aborde ensuite la question de la falsification des produits de la ferme, le lait, le beurre et le fromage. Il entre dans le détail des mesures à prendre pour assurer la pureté de ces produits. Remarquons que des mesures qu'il propose sont analogues à des mesures prises en Belgique, notamment par l'arrêté royal du 18 novembre 1894, relatif au commerce du lait. Mais en ces matières, la réglementation n'est rien, si elle n'est corroborée par une application énergique. Aussi M. Long propose-t-il certaines mesures d'inspection et des pénalités sévères. Il entre de même dans le détail des mesures à prendre pour empêcher la falsification du beurre. Les idées protectionnistes n'ont pas encore assez d'empire en Angleterre pour que les

agriculteurs puissent espérer un changement à la législation douanière. Leur but est actuellement de faire imposer à tout produit étranger une marque distinctive. Ainsi le consommateur anglais pourra en connaissance de cause donner la préférence aux produits nationaux. Voici, par exemple, les mesures que M. Long propose pour le commerce de la viande importée :

Toute personne vendant de la viande importée devra être inscrite. — Les inscriptions seront publiées périodiquement par les autorités locales. — Inscriptions spéciales sur les boutiques ou magasins où l'on vend de la viande importée. — Estampillage de toute viande importée. — Pénalités sévères pour les contrevenants. On comprend les entraves qu'un pareil régime mettrait au commerce de viandes étrangères. Il est à remarquer que le gouvernement a combattu un projet analogue à la Chambre des Communes. Nous ne parlerons pas de deux articles de ce programme agricole : la réduction des tarifs de transport et la création de chemins de fer vicinaux. Le second a fait l'objet d'un projet au Parlement. Le dépôt de ce projet avait été précédé d'une enquête faite sur le continent. M. Ritchie avait étudié, entre autres, les chemins de fer vicinaux en France et en Belgique, et donnait très nettement la préférence à ces derniers.

Quant à la réduction des tarifs de transport, le TIMES (*Weekly Edition*, 6 mars et 3 avril 1896) rend compte d'assemblées du *South Eastern Railway Company* et du *Great Western*, qui montrent que les grandes compagnies entrent dans la voie des réductions.

Celles consenties par le *South Eastern*, pour les fruits et les légumes envoyés à Londres, est de 15 p.c. La principale difficulté résulte toujours du peu d'importance de chaque transport. Aussi le *Great Western* a fourni un autre projet. C'est, dans les centres agricoles, de faire chercher par ses agents les produits chez les fermiers, les empaqueter, les envoyer à Londres, et les faire vendre. Le compte se règlerait après.

Dans le même sens, lord Winchilsea a fondé une société au capital de 50 000 £, nommée *The British Produce Supply Association, Limited*, dont le but est de faciliter aux fermiers anglais la vente de leurs produits (TIMES, *Weekly Edition*, 20 mars). On comprend dès lors que le projet du gouvernement belge, de subsidier une ligne de steamers entre Ostende et Tilburg, destinée spécialement au transport des produits maraîchers, n'ait pas reçu bon accueil en Angleterre. Beaucoup de journaux s'en sont émus, et le président de la *London Direct Short Sea Traders Association*

a transmis au ministre des Affaires étrangères et au Parlement les protestations de cette société (TIMES, *Weekly Edition*, 10 avril). Il paraît évident que l'opinion publique, en Angleterre, devient de jour en jour plus favorable aux idées protectionnistes.

A ce point de vue, on peut considérer comme d'une importance exceptionnelle le discours qu'a prononcé, au mois de mars, M. Chamberlain au dîner du *Canada Club*.

Le ministre des Affaires étrangères s'y est déclaré partisan d'une fédération impériale réunissant la Grande-Bretagne et ses colonies. Des liens commerciaux, résultant de la constitution d'une sorte de Zollverein, devraient être établis tout d'abord. Il est à remarquer que ce projet comporterait la revision des traités de commerce avec l'Allemagne et la Belgique, et qu'il aboutirait en définitive à la protection des produits anglais dans les colonies, des produits coloniaux en Angleterre.

Déjà, en 1891, lord Salisbury déclarait qu'il saisirait toute occasion de faire modifier l'article 15 du traité de commerce de 1862 avec la Belgique.

**La coopération.** — La situation difficile de l'agriculture a aussi attiré l'attention sur la question des coopératives agricoles. Plusieurs articles y sont consacrés dans les revues anglaises (1). Nous y joindrons l'analyse d'une conférence donnée par M. Léopold Mabilleau sous les auspices du Comité de Défense et de Progrès social de Paris.

Il semble que dans toutes les classes de la société, aux heures difficiles, on éprouve le besoin de se rapprocher, de s'assister mutuellement. Peu à peu l'idée individualiste fait place à l'idée de coopération. Il commence à en être ainsi actuellement chez le fermier anglais, le plus individualiste des producteurs. Il s'aperçoit que l'organisation actuelle de l'agriculture anglaise ne répond plus aux nécessités du temps présent, et regarde au delà des frontières, pour emprunter à des rivaux, déjà engagés dans la lutte, les instruments qu'ils ont mis en œuvre. Le succès prodigieux des sociétés coopératives danoises attire surtout l'attention du public anglais. Cela est tout naturel. Si l'on consulte les tables du commerce anglais pour 1895, on voit que 42 p. c. du beurre importé en Angleterre vient du Danemark.

(1) NINETEENTH CENTURY : février 1896, *Dairy Farming*, by the R. H. Lord Vernon; — mai 1896, *Cooperation in Agriculture*, by the R. H. Lord Egerton of Tatton.

Aussi c'est à l'étude des laiteries et porcheries coopératives danoises qu'est consacré principalement l'article de lord Vernon. En même temps, il s'applique à déterminer dans quelles conditions la fondation en Angleterre de semblables sociétés pourrait être utile. L'article de lord Egerton of Tatton a pour but principal de rendre compte l'état de la coopération agricole en France. Le rapport que M. le comte de Rocquigny a présenté au gouvernement français sur ce sujet sert de prétexte à cet article. Mais, dans une longue introduction, l'auteur s'occupe d'autres pays, et naturellement du Danemark avant tout. Une ligne à peine est consacrée à la Belgique. Après tout, c'est peut-être assez.

L'article de M. H. W. Wolff est consacré à une autre forme de la coopération : le crédit agricole (1). Il semble que l'agriculture anglaise souffre d'un manque de capitaux. Elle aurait besoin d'avance de fonds pour se remettre sur pied. Le crédit agricole est une forme de crédit absolument distincte. Ni les institutions d'État, ni les grandes banques privées ne sont à même de le réaliser.

Les comptoirs agricoles de la Banque de France ou de la Banque nationale de Belgique, pas plus que ceux des Institutions en Allemagne, n'ont eu aucun succès. Ce crédit doit reposer sur la connaissance personnelle et l'assistance mutuelle. La coopération seule peut le réaliser. Il y a lieu de s'inspirer pour cela de l'exemple de l'Allemagne et de l'Italie que l'auteur étudie.

C'est aussi spécialement à l'Italie qu'est consacré l'article de la RÉFORME SOCIALE sur la coopération (2). Cet article n'est autre que la sténographie d'une conférence faite par M. Léon Mabilleau, correspondant de l'Institut, à une réunion organisée par le Comité de Défense et de Progès social. Tout est reproduit : interruptions, réponses aux interruptions, bruits de la salle. L'ensemble est singulièrement vivant. Le sujet ne manque pas d'actualité en France. En 1883, un projet de loi sur les sociétés coopératives a été mis à l'étude en France. Ce projet a été présenté au Parlement en 1888. Il vient d'arriver au Sénat pour la cinquième fois. La malechance a voulu que, alors qu'on croyait son adoption imminente, le Sénat l'a, en seconde lecture, renvoyé

(1) *The Case for Agricultural Banks*, by H. W. Wolff. THE CONTEMPORARY REVIEW.

(2) *La Corporation. Ses bienfaits et ses limites*, par M. Léon Mabilleau. RÉFORME SOCIALE, 1er mai 1896.

de nouveau à une commission, La partie théorique de la conférence est illustrée d'exemples empruntés pour la plupart à l'Italie. L'auteur est encore plein des souvenirs qu'il a rapportés du Congrès des sociétés coopératives tenu à Bologne en 1895.

La situation florissante des coopératives de consommation anglaises peut, d'après M. Mabilleau. être attribuée à diverses causes : 1° A ce qu'elles étaient un moyen d'affranchissement vis-à-vis de l'autorité patronale ; 2° l'initiative de leur création émanait des classes élevées ; 3° elles ont pris là un caractère presque mystique et religieux et n'ont pas inquiété les intérêts qu'elles paraissaient menacer ici.

A Roubaix, une action de la coopérative a rapporté à son propriétaire 37 francs de boni sur le charbon et 75 francs sur le pain.

L'exemple de l'Italie peut servir à montrer la véritable utilité des coopératives. Le succès en Italie vient : 1° de ce que la vie est simple, le peuple pauvre ; elles sont un moyen d'augmenter le bien-être ; 2° le petit commerce est peu développé en Italie ; 3° les coopératives agissent avec un capital très minime.

On peut déduire de là cette formule : La coopération n'est irréprochable que dans la mesure où elle ne nuit pas à l'expansion du commerce, ou, si vous le voulez, dans la mesure où le tort qu'elle cause au commerce est compensé et dépassé par les avantages qu'elle apporte aux consommateurs.

L'idéal serait que la coopération ne servît qu'à ceux qui en ont besoin, et pour les besoins primordiaux qu'ils ont. Les coopératives de production ont un champ limité. Leur forme principale est la coopération agricole. Elles sont très répandues en Italie, surtout pour la production et la vente du vin. Les banques populaires et les caisses d'épargne mettent les premiers fonds à la disposition de ces associations. C'est aussi la coopération qui a résolu en Italie la question du crédit agricole.

La coopération est bonne et utile quand elle sert à stimuler la production et à faire naître la richesse. — Elle ne doit pas être seulement un moyen d'économie, elle doit permettre au pauvre de vivre mieux. Signalons que, d'après M. Mabilleau, actuellement, en Italie, le bien-être du peuple s'élève si l'on regarde aux individus au lieu de considérer l'État.

**La coopération en Belgique.** — Voici quelques chiffres du dernier bilan semestriel de la Maison du Peuple de Bruxelles au 29 février 1896. Bénéfice : 152 280,71 francs dont 132 000 pro-

venant de la Boulangerie. Le nombre de pains fabriqués a été de 3 342 442. Sur ces bénéfices, on a consacré 18 771, 91 francs à la propagande, et 25 000 francs à l'amortissement du prêt fait par la Caisse d'épargne pour la construction de la nouvelle Maison du Peuple.

On comprend la force irrésistible que donnent à un parti de semblables institutions économiques. Il est triste de constater que partout, pour l'établissement de boulangeries coopératives, les catholiques ont laissé et laissent encore les socialistes prendre les devants.

Une preuve de la vitalité du mouvement coopératif résulte du nombre des sociétés coopératives dont le *Moniteur* annonce la fondation. Il n'y en avait pas moins de 19 au mois de mars, 24 en avril, 19 en mai.

**Le salaire.** — La REVUE D'ÉCONOMIE POLITIQUE (mars 1896) annonce la prochaine publication d'un livre de M. E. Levasseur sur les classes ouvrières en Amérique et publie le chapitre de ce livre relatif aux causes régulatrices du salaire. Il peut être intéressant d'en donner la conclusion et quelques extraits.

Voici la conclusion : Le salaire est régi par des causes complexes qui, agissant diversement sur l'offre et la demande, déterminent le taux particulier à chaque industrie et pour chaque individu et le taux moyen général du pays. Ces causes sont : la productivité qui est la cause principale de l'échelle des salaires graduée suivant le mérite du travailleur, et la cause de l'élévation générale des salaires au XIXe siècle ; la concurrence qui est modifiée par le développement de l'industrie au profit des salariés, et par l'immigration à leur détriment et que tempèrent, dans des sens opposés, l'association des entrepreneurs et celle des salariés ; le coût de la vie qui, tout en étant un résultat du salaire, sert d'appui à l'ouvrier pour la résistance à la baisse ; le capital employé dans l'industrie à l'état de capital fixe ou de capital circulant (ce dernier correspondant à peu près au fonds des salaires), dont l'influence varie suivant la quantité, mais aussi suivant la rapidité de la circulation ; l'état général de la richesse du pays qui permet de payer plus ou moins ; la somme des consommations. Il est un point sur lequel nous devons insister quelque peu. D'après certains économistes, et d'après les idées du parti ouvrier en Amérique, le coût de la vie (standart of living) serait la véritable cause qui détermine le taux des salaires. M. Levasseur reproduit le passage suivant : " Les salaires ont

été et seront réglés par les conditions actuelles de l'existence et tout ce qui tend à élever le niveau de la décence et du bien-être (standard of decency and comfort) influe inévitablement sur le niveau des salaires. Donc, le grand problème n'est pas tant d'accroître la production sur un marché déjà encombré que d'accroître la consommation et par là d'élargir la demande.

Ces idées, d'après M. Levasseur, sont trop absolues. Le niveau de l'existence constitué par la somme des besoins usuels à satisfaire influe sur le salaire, plus pour le maintenir que pour l'élever. Ce niveau n'est pas établi arbitrairement par la volonté des bénéficiaires, il est effet avant d'être cause. Effet, il est la conséquence de la productivité du travail et de la richesse générale du pays, et il résulte directement du salaire même, l'ouvrier se faisant par habitude un genre d'existence qui correspond à son revenu. Cause, il empêche l'ouvrier, dans les temps ordinaires, d'accepter un salaire inférieur à la coutume de son métier, précisément parce que le salaire correspond au genre d'existence des personnes de sa condition.

**Le travail.** — En Angleterre, comme en Belgique, la situation du travail a été plutôt favorable en avril 1896 (THE LABOUR GAZETTE; — REVUE DU TRAVAIL). En Angleterre, les salaires de 116 000 travailleurs environ ont varié. L'augmentation a porté sur 81 000 travailleurs; la diminution sur 35 000. L'augmentation moyenne résultant de ces changements est de 10 d. par semaine. Les ouvriers du bâtiment, de la fabrication des machines, et de la construction maritime ont surtout profité de l'augmentation. La diminution atteint 31 500 mineurs de Northumberland et 3850 ouvriers de l'industrie du zinc de South Wales. Pour la Belgique, la REVUE DU TRAVAIL signale l'excellente situation de l'industrie du bâtiment. Les industries textiles sont peu favorisées; la boulangerie est en pleine crise.

15 juin 1896. A. JOLY.

## SCIENCES INDUSTRIELLES.

—

**Captation des poussières et des fumées d'usines.** — L'Académie des sciences de Paris a accordé le prix Montyon (arts insalubres) pour 1895 à M. A. Girardin, auteur d'un mémoire sur les précipitations moléculaires et leur application à l'assainissement des industries insalubres.

Beaucoup d'industries sont malsaines du chef de la diffusion de poussières dans l'atmosphère des ateliers. Ces poussières, à l'état sec, sont difficiles à capter entièrement ; or, il suffit de faire arriver dans les chambres une faible quantité de vapeur d'eau sous pression, pour que toutes les particules en suspension soient précipitées et rendues inoffensives.

M. Girardin étudie en ce moment l'application de ce principe à la précipitation des fumées d'usines, ainsi qu'à la condensation et au dosage des matières odorantes.

On a fait récemment en Angleterre, pour la captation des fumées, l'essai d'un appareil présenté par le colonel Dulier. La fumée sortant des carneaux est mélangée de vapeur et lavée par un courant très divisé d'eau froide. La plus grande partie de la fumée se dissout ou se dépose, et il ne sort de la cheminée que quelques gaz incolores avec un peu de vapeur. L'eau recueillie contient une assez grande proportion d'acide sulfureux pour pouvoir être utilisée comme désinfectant.

A l'Opéra de Paris, on applique le système Grunwald, consistant à faire barboter dans l'eau les gaz aspirés par un ventilateur. L'appareil donne également entière satisfaction (1).

**Utilisation du gaz carbonique produit par les brasseries.** — Au lieu de laisser la presque totalité de l'acide carbonique se perdre dans l'atmosphère des caves, au détriment de la salubrité de celles-ci et de la bonne marche de la fermentation, un certain nombre de brasseurs recueillent aujourd'hui ce gaz pour en tirer parti.

A cet effet, ils placent sur la cuve de fermentation un couvercle qui la ferme hermétiquement. Une pompe aspire l'anhydride

(1) Revue industrielle, 18 janvier 1896 ; — L'Industrie, 22 décembre 1895 et 24 mai 1896.

carbonique à travers une colonne desséchante de chlorure calcique et le refoule à travers un laveur à acide sulfurique concentré, sous une pression de dix atmosphères, dans un serpentin entouré d'eau froide. Un autre compresseur reprend ce gaz, le fait passer dans un filtre en coton et l'envoie se liquéfier, sous une pression de 70 atmosphères, dans des bouteilles en fer également plongées dans l'eau froide. C'est dans ces récipients qu'il est livré au commerce. On peut obtenir ainsi un kilogr. et demi de gaz liquéfié par hectolitre de bière.

On peut aussi faire servir le gaz carbonique à l'alimentation des machines frigorifiques, au refroidissement des cuves dans la fermentation basse, ou à la fabrication de la glace destinée soit au refroidissement du moût, soit au commerce (1).

**Le radiateur de Salenius.** — Le radiateur est un appareil permettant d'extraire instantanément du lait doux un beurre stérilisé.

Le lait arrive à une température de 70° C au fond d'un récipient tournant autour de son axe vertical, à une vitesse de 6000 tours à la minute. La crème s'élève immédiatement à la partie supérieure, où elle est refroidie à 15 degrés au moyen de tubes ou châssis cellulaires à l'intérieur desquels circule un courant d'eau froide. L'opération du barattage est effectuée au moyen d'un tube dont l'ouverture à bord tranchant est en contact avec la couche de crème et en sens inverse de la rotation. La crème pénètre avec force dans ce tube, y monte, s'en échappe, après avoir subi des chocs multiples qui provoquent l'agglomération des globules butyreux en suspension, par une multitude de petits trous de 2 milimètres de diamètre, vient choquer encore l'anneau de crème en mouvement, sort finalement par deux ouvertures latérales et tombe sous forme de beurre en grains dans l'enveloppe supérieure de l'appareil, où quatre palettes animées d'un mouvement lent ramassent le mélange.

Le passage du lait à l'état de beurre exige environ une minute. Le lait écrémé sort par un tuyau spécial, qui le conduit à un appareil réfrigérant.

On peut traiter au radiateur 600 à 800 litres de lait à l'heure. La force motrice nécessaire est d'environ 4 chevaux.

L'appareil, très recommandable sous tous rapports, offre notamment au point de vue hygiénique l'avantage d'effectuer la

(1) Le Génie civil, 30 mai 1896.

pasteurisation du lait et le barattage à l'abri presque complet du contact de l'air. Le beurre obtenu se conserve très bien à l'état frais, et présente plus de garanties de pureté que le beurre fabriqué par les procédés courants. Il est d'ailleurs très fin et de qualité uniforme ; sa saveur est douce, son arome faible.

Le radiateur de Salenius est employé depuis deux ans dans les grandes laiteries de Suède et de Norwège. Il a été expérimenté avec un entier succès en France dans diverses écoles de laiterie et d'agriculture, ainsi qu'en Belgique, à l'Institut agricole de l'État, à Gembloux (1).

**Meunerie et boulangerie.** — D'après de récentes communications de M. A. Girard à l'Académie des sciences de Paris, dans toute mouture aux cylindres sur blé tendre ou sur blé dur, il existe un point critique où la composition et, par suite, la valeur boulangère des produits changent brusquement. Ce point se trouve entre 60 et 70 p. c. de rendement. Au delà, on obtient bien encore 5 à 10 p. c. de produits farineux ; mais ce sont alors des produits impurs, qui ne peuvent plus donner que des pains aqueux, mal levés, à mie grasse et courte, peu appétissants et de digestion difficile.

M. Girard estime, d'autre part, que les nouveaux procédés de mouture sont supérieurs aux anciens à tous points de vue; ils rejettent les débris inutiles à l'alimentation et nuisibles à la qualité du pain.

Il conclut à l'excellence du bon pain blanc et s'élève contre la tentative faite récemment (2) pour revenir aux pains colorés, mous et compacts d'autrefois.

D'après lui, le gain en acide phosphorique réalisé par l'emploi en boulangerie de farines incomplètement blutées est peu important; les autres aliments fournissent d'ailleurs, en général, une quantité suffisante d'acide phosphorique (3).

**Le cinématographe de MM. Lumière.** — Tout le monde connaît aujourd'hui cet ingénieux appareil, qui permet d'enregistrer et de reproduire les scènes animées.

Ces scènes sont photographiées sur une bande pelliculaire se

(1) ANNALES D'HYGIÈNE PUBLIQUE ET DE MÉDECINE LÉGALE, avril 1896; BULLETIN DE L'AGRICULTURE, 1896, 1re livraison.

(2) Voir à ce sujet la livraison de juillet 1895 de la REVUE, pp. 268 à 270.

(3) REVUE INDUSTRIELLE, 4 janvier 1896; COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 15 juillet 1896.

déroulant verticalement dans une boîte hermétiquement close, munie d'un objectif qui est successivement démasqué et obturé quinze fois par seconde, à des intervalles égaux, pendant que la bande pose ou continue à se dérouler. Une scène d'une minute comprend donc neuf cents photographies; elle occupe une bande de 15 mètres de longueur sur 3 centimètres de largeur.

Ces photographies, agrandies et projetées successivement sur un écran, à intervalles très rapprochés, donnent l'illusion du mouvement et reproduisent les scènes avec une apparence frappante de réalité, par suite de la persistance des impressions lumineuses sur la rétine (1).

J.-B. ANDRÉ.

---

## BOTANIQUE.

### LES INFLORESCENCES.

Chacun sait les difficultés qui s'attachent à la détermination exacte des inflorescences.

Le grand nombre de transitions entre les différents modes types de ramification des axes floraux, la fréquence des cas de multiplication ou de suppression d'axes, la multiplicité des soudures, soit des axes entre eux, soit des axes avec les bractées axillantes; la disparition des bractées, la torsion des axes, l'atrophie de ceux-ci, leurs dégénérescences, etc., tout cela concourt à rendre perplexe dans bien des cas le morphologiste plus soucieux de la réalité que des apparences.

De là, sans doute, le défaut de précision que présentent souvent à cet égard les ouvrages descriptifs.

D'autre part, l'entente n'est pas faite sur une terminologie uniforme; des termes identiques sont fréquemment employés dans des acceptions différentes, souvent aussi on a recours à des expressions surannées d'une portée vague ou indécise; il en résulte des confusions regrettables et, pour le lecteur ordinaire, des embarras dont il a beaucoup de peine à sortir.

(1) REVUE INDUSTRIELLE, 21 mars 1896.

Le moment n'est-il pas venu de faire bon accueil à une terminologie simple, exacte, basée sur des caractères faciles à saisir, qui, s'inspirant de l'usage établi, s'attacherait simplement à préciser la portée exacte des termes consacrés, avec le souci de froisser le moins possible les opinions courantes et de se garder de l'abus du néologisme ? Il en résulterait, ce nous semble, un avantage signalé pour tous ceux qui, par profession ou par goût, sont appelés à se prononcer sur l'ordonnance vraie des groupements floraux naturels.

M. F. Hy (1) a exposé récemment dans la Revue générale de botanique un système de classification des inflorescences qui nous paraît recommandable à plus d'un titre.

La base de cette classification est double. Celle-ci repose en effet : 1° sur la distribution fondamentale alterne ou verticillée des bractées ou, ce qui revient au même, des pédicelles axillaires ; 2° sur la présence ou l'absence d'une prime-fleur terminant l'axe principal. L'auteur en déduit six types d'inflorescences simples nettement caractérisés, dont deux franchement indéfinis en l'absence de prime-fleur : la *grappe*, à pédicelles alternes, et le *thyrse*, à pédicelles verticillés ; deux franchement définis avec prime-fleur terminant immédiatement les axes de générations successives : la *cyme*, à bractées alternes, et le *dichase*, à bractées opposées ou verticillées ; enfin deux mixtes, participant à la fois du caractère des inflorescences définies par la présence d'une prime-fleur terminant l'axe principal et du caractère des inflorescences indéfinies par la présence sous la prime-fleur de pédicelles secondaires essentiellement multiples : l'*anthèle*, à bractées alternes, et la *thyrsoïde*, à bractées verticillées.

En voici le tableau :

INFLORESCENCES SIMPLES

| | | Indéfinies | Mixtes | Définies |
|---|---|---|---|---|
| A fleurs | alternes . . . | grappe | anthèle | cyme |
| | verticillées . | thyrse | thyrsoïde | dichase |

(1) F. Hy. *Les Inflorescences en botanique descriptive.* Rev. gén. de botanique, 1894-1895.

I. Le type indéfini GRAPPE est connu de tout le monde; mais, de par définition, l'auteur en limite l'extension aux groupements floraux indéfinis à bractées ou à pédicelles alternes. Avec cette restriction, ce type d'inflorescence peut être *homodrome*, avec symétrie nettement spiralée, ou *antidrome*, si la spirale génératrice change de direction à chaque nœud, et présenter alors une symétrie bilatérale avec les fleurs disposées suivant deux orthostiques régulières. Dans les deux cas, la détermination de la distance angulaire ajoute un élément de précision.

La grappe est *nue*, si les bractées avortent ou sont caduques; *chevelue*, si les bractées du sommet sont privées de pédicelles axillaires; *interrompue*, si certaines bractées manquent de pédicelles axillaires dans le corps de l'inflorescence; *feuillée* enfin, si le développement exceptionnel des bractées permet de les comparer à de vraies feuilles.

Ainsi entendue, la grappe peut en outre présenter toutes les modalités qui tiennent au développement relatif des deux générations d'axes qui la constituent et qui en font la *grappe proprement dite* ou *botrye*, avec sa variété le corymbe; soit l'*épi*, avec ses variétés : cône, châton, spadice; soit l'*ombelle;* soit le *capitule*, avec ses variétés communément acceptées : le sycône et la calathide.

II. Le type indéfini THYRSE, que l'auteur détache avec raison de la grappe, en rajeunissant par définition ce terme tombé en désuétude par défaut de précision, diffère essentiellement de la grappe par la disposition verticillée des bractées et conséquemment aussi des pédicelles floraux.

Le thyrse proprement dit suppose les pédicelles verticillés par deux ou opposés ; il devient *trithyrse* si les pédicelles sont verticillés par trois ou ternés ; *pliothyrse*, si les pédicelles sont verticillés en plus grand nombre.

Le thyrse ainsi compris est du reste susceptible de toutes les modalités de la grappe. Il peut être *racémiforme*, *corymbiforme*, *spiciforme*, *ombelliforme* ou *capité*, qualificatifs tous suffisamment explicites par eux-mêmes.

III. Le type mixte ANTHÈLE est de tous points l'analogue de la grappe, avec cette différence seulement que la présence d'une prime-fleur terminant l'axe primaire rend cette inflorescence réellement définie, malgré sa ressemblance d'autre part et ses rapports intimes avec les groupements floraux indéfinis carac-

térisés par le grand nombre possible de leurs axes de deuxième génération.

Les modalités de l'anthèle ainsi définie et ramenée à une signification plus précise, mais légèrement différente de l'acception usuelle de ce mot, seraient, au vœu de l'auteur, directement désignées sans périphrases par les substantifs suffisamment clairs de *Botryoïde* (en grappe), *Corymboïde, Stachyoïde* (en épi), *Ombelloïde*, *Céphaloïde* (en capitule). On réserverait le terme de *Dichasoïde*, eu égard à ses analogies avec le dichase, à l'anthèle binodale seulement, dont les deux bractées, quoique alternes, sont assez rapprochées pour paraître opposées.

IV. Le type mixte THYRSOÏDE différerait de l'anthèle par ses axes secondaires opposés ou verticillés, comme le thyrse diffère de la grappe.

Le thyrsoïde deviendrait *trithyrsoïde* quand les axes sont ternés, etc. On spécifierait les modalités comme plus haut par les termes racémiforme, corymbiforme, spiciforme, ombelliforme, capité. L'absence accidentelle de la prime-fleur dans l'anthèle ou dans la thyrsoïde les ferait dire *acéphales*.

V. Le type défini CYME se limiterait aux inflorescences franchement définies à bractées alternes ne présentant qu'un axe de chaque génération et faisant de l'axe de l'inflorescence un faux axe ou axe sympodique portant des bractées isolées et des fleurs oppositifoliées.

Suivant qu'il y a homodromie ou antidromie dans la phyllotaxie, la cyme devient, comme on sait, héliçoïde ou scorpioïde. Les modalités d'aspect peuvent la rendre dans l'un ou l'autre cas racémiforme, corymbiforme, spiciforme, ombelliforme ou capitée. Elle peut être nue ou feuillée, etc.

VI. Le type défini DICHASE ou cyme bipare diffère enfin de la cyme proprement dite ou cyme unipare par l'opposition des bractées et, conséquemment, par la gémination des axes opposés sur un même nœud, soit du reste que le développement de ceux-ci reste égal, soit que l'un d'eux avorte régulièrement et donne à l'inflorescence un faux aspect de cyme, dont il est toujours facile néanmoins de la distinguer par l'opposition des bractées, quand celles-ci n'avortent pas.

En cas d'avortement régulier de l'un des deux rameaux, le dichase perd son caractère polysymétrique et devient *unilatéral*,

avec des analogies, soit avec la cyme héliçoïde, s'il y a homodromie dans les rameaux conservés, soit avec la cyme scorpioïde, s'il y a antidromie. Dans les deux cas la divergence caractéristique 1/4, soit entre les axes spiralés, s'il y a homodromie, soit entre les deux orthortiques développées sur le faux axe, s'il y a antidromie, permet de distinguer ces dichases incomplets de la vraie cyme, même en l'absence des bractées.

Le dichase peut encore devenir incomplet par l'atrophie de la première fleur terminale. On le dit alors acéphale.

Inutile d'ajouter que les qualificatifs plusieurs fois mentionnés déjà trouveraient ici leur place pour caractériser les différents aspects résultant surtout du raccourcissement des axes et constituant ces nombreuses inflorescences contractées trop vaguement désignées par les termes de fascicules ou de glomérules.

Les inflorescences définies à bractées ternées deviendraient, par analogie de nom, des *trichases;* mais ces cas sont rares, comme on sait.

On le voit, les inflorescences simples, indéfinies et mixtes restent toujours caractérisées par la présence de deux générations d'axes seulement et d'un grand nombre possible d'axes de deuxième génération. Les inflorescences définies, par contre, peuvent présenter un assez grand nombre de générations d'axes, mais le nombre d'axes de chaque génération est essentiellement limité ; un seul dans la cyme, deux dans le dichase, trois exceptionnellement dans le trichase.

### INFLORESCENCES COMPOSÉES.

Les inflorescences sont dites composées si la ramification est poussée plus loin que ne le comportent les inflorescences simples.

Si la ramification ultérieure se fait suivant le même type que précédemment, il en résulte des inflorescences composées *homogènes;* grappe composée, botryoïde composée, épi composé, stachyoïde composée, ombelle composée, céphaloïde composée, etc., etc. La ramification étant poussée plus loin encore, ces inflorescences composées homogènes deviennent décomposées ou surdécomposées. L'auteur écarte de ce groupe, avec raison peut-être, le terme de panicule, tenu par beaucoup pour synonyme de grappe composée, mais trop souvent employé, par abus, pour

désigner des inflorescences d'un caractère tout autre. On pourrait certainement, comme il le suggère, affecter spécialement ce terme à la désignation des grappes composées d'épis distiques des graminées, comme on le fait du reste couramment.

La ramification se faisant successivement suivant des types différents dans la même inflorescence composée, celle-ci devient *hétérogène* et se trouve suffisamment désignée par la combinaison des termes qui caractérisent les divers types de ramification associés; par exemple : épi d'ombelloïdes, grappe de scorpioïdes, épi de dichases, anthèle d'épis, botryoïde de grappes, stachyoïde d'ombelles, thyrse de grappes, thyrse de dichases, anthèle composée de calathides, corymbe de corymboïdes de calathides, etc.

Ces inflorescences sont naturellement très variées, en raison du grand nombre de combinaisons possibles entre les divers modes types de ramification. Cependant toutes ces combinaisons ne sont pas également dans le vœu de la nature, si l'on peut s'exprimer ainsi. Comme Hy le fait remarquer lui-même, le type cyme est rare ou nul, peut-être, au premier degré des inflorescences composées ; les types thyrse et thyrsoïde sont fréquents aux premiers degrés, et rares aux derniers; l'anthèle est souvent composée, la grappe souvent simple ; les types thyrse, thyrsoïde et dichase sont fréquemment associés.

On aura déjà remarqué que ces inflorescences composées hétérogènes correspondent aux inflorescences *mixtes* de plusieurs auteurs. Dans la classification de Hy la portée de ce terme est tout autre.

Peut-être objectera-t-on qu'il serait difficile de faire rentrer dans les cadres étroits de ce système tous les modes d'inflorescences simples que la nature présente. Rien n'est plus juste : tant il est vrai que la nature ne procède pas par sauts brusques, mais par transitions insensibles qui, dans tous ses domaines, mettent en défaut, par quelque côté, nos tentatives de classification.

Aussi Hy envisage-t-il les cas embarrassants qui peuvent se présenter de ce chef. Ce sont des formes de passage qui, existant déjà entre les diverses modalités du type grappe : grappe proprement dite, corymbe, ombelle, épi et capitule, se traduisent souvent en outre entre les divers types fondamentaux de la classification et portent ainsi même sur les caractères primordiaux, c'est-à-dire, d'une part, la présence ou l'absence d'une prime-fleur, d'autre part, l'alternance ou l'opposition des pédoncules.

Si la prime-fleur avorte ou est caduque, comme il arrive fréquemment quand les nœuds sont nombreux sur l'axe principal, on sera autorisé à l'admettre néanmoins si le pédicelle terminal est dépourvu de bractées alors qu'il s'en trouve à la base des pédicelles latéraux ou encore, par analogie, si les axes secondaires ramifiés, eux aussi, se terminent par une fleur. Lorsque la prime-fleur existe, elle se laisse assez aisément reconnaître par son ordre d'épanouissement; car, sans être nécessairement la première à s'épanouir, d'autres situées plus bas pouvant être mieux placées réellement au point de vue de la nutrition, elle ne sera cependant pas la dernière. De plus, la comparaison des diverses inflorescences d'une même espèce ou d'espèces voisines d'un même groupe naturel sera souvent d'un grand secours.

Quant aux variantes de la disposition phyllotaxique dans l'étendue d'une même inflorescence, l'auteur propose de considérer comme réelle et caractéristique, à titre de règle conventionnelle, la disposition qui se traduit vers le sommet de l'inflorescence.

Partant de ces données en partie empiriques, l'auteur examine diverses formes de passage : 1° des inflorescences définies aux indéfinies : de l'anthèle à la grappe, de la thyrsoïde au thyrse ; 2° des inflorescences mixtes aux cymes : de l'anthèle à la scorpioïde, de la thyrsoïde au dichase, par réduction à un seul des nœuds sous la fleur terminale ; 3° enfin, des inflorescences à pédicelles verticillés à ceux à pédicelles solitaires ou alternes : du thyrse à la grappe, de la thyrsoïde à l'anthèle, du dichase à la cyme.

Ces considérations ne suffisent pas encore pour lever toutes les difficultés. Il faut tenir compte, en outre, des multiples circonstances qui dénaturent l'aspect réel des inflorescences.

C'est d'abord l'*amoindrissement*, qui réduit certaines inflorescences à un minimum de fleurs aussi bien dans le groupe indéfini que mixte et défini, et peut, en dehors des renseignements fournis par l'analogie avec des espèces voisines, rendre très difficile, pour ne pas dire impossible, la détermination exacte de ces inflorescences.

C'est ensuite l'*exubérance*, surtout quand elle se traduit par l'apparition de pédicelles accessoires, soit superposés, soit collatéraux, à l'aisselle d'une même bractée-mère.

C'est encore la *concrescence,* soit du rameau axillaire avec sa bractée et l'entraînement consécutif de celle-ci, soit du rameau axillaire avec l'axe qui le porte.

C'est enfin l'*influence du milieu,* pesanteur, lumière, pression, etc., déterminant soit la torsion des axes, qui peut avoir pour résultat ou de modifier régulièrement les angles de divergence, ou de les réduire et de les augmenter alternativement, de manière à simuler les effets de l'antidromie; soit l'inflexion des pédoncules amenant ceux-ci en dehors du plan médian de la bractée ; soit enfin la suppression d'une moitié de l'inflorescence ou sa réduction notable.

Malgré ces nombreuses restrictions commandées par la nature même des choses, il n'en reste pas moins vrai, nous semble-t-il, que le système que nous venons de résumer pare à de nombreux défauts des classifications en usage jusqu'ici. Il se recommande par des caractères de simplicité qui le feront aisément admettre par tous ceux qui, avec raison, s'insurgent contre l'introduction dans la science de termes nouveaux et qui cependant se préoccupent d'une terminologie claire et exacte, indispensable à l'enseignement.

ALPHONSE MEUNIER.

# LES CLIFF DWELLERS

## UNE MONOGRAPHIE

---

### I.

Le XIXe siècle, aujourd'hui si près de sa fin, aura singulièrement marqué dans l'histoire de l'humanité. Jamais plus grandes choses n'auront été accomplies avec une plus merveilleuse rapidité, et nous comptons à bon droit, parmi ceux qui ont apporté un glorieux contingent à l'œuvre commune, ces vaillants pionniers qui ont ouvert des pays entiers à la science et à la civilisation. Ces pionniers sont partout, en Asie, en Afrique, en Amérique; ni les glaces du pôle, ni les sables brûlants des tropiques n'arrêtent leur ardeur, et chaque jour la géographie, l'anthropologie, l'archéologie enregistrent de nouvelles découvertes, de nouveaux progrès.

Je racontais l'année dernière, dans cette REVUE (1), une de ces découvertes qui date de vingt à trente ans à peine. Une race, dont l'origine, la durée, l'extinction restent absolument inconnues, se révélait à nous par des tumuli, sépultures de ses aïeux ou temples de ses dieux, s'élevant en nombre incalculable dans les vallées du Mississipi, de l'Ohio, du Missouri, s'étendant dans les immenses régions qui vont des grands lacs à la Floride, des montagnes

(1) *Les Mound Builders*, oct. 1895.

Rocheuses à l'Atlantique. Le nom des constructeurs est aussi inconnu que leur origine, et nous ne pouvons leur donner, nous l'avons dit, que celui de *Mound Builders*, constructeurs de tertres, en l'honneur de ces amas de terre formant souvent de véritables collines attestant leur passage et restant leur dernier souvenir.

Aujourd'hui, notre embarras n'est pas moins grand : nous voulons étudier un autre problème parmi ceux si nombreux que nous offre l'Amérique. Il est aussi obscur que celui des *Mound Builders*, et nous ne pouvons que grouper les faits actuellement connus, les recherches acquises, laissant à ceux qui viendront après nous le soin d'en tirer des conclusions acceptables.

La Californie, l'Arizona, le Nouveau-Mexique, le Colorado, l'Utah, couvrant une superficie de près de deux millions de kilomètres carrés, formaient, il y a moins d'un demi-siècle, le terrain de chasse des Indiens les plus sauvages et les plus féroces de l'Amérique du Nord. Malheur au prisonnier, malheur au Blanc qui tombaient entre les mains des Utes ou des Apaches ; ils étaient condamnés à périr dans les plus cruels supplices.

Les difficultés d'accès de ces régions venaient s'ajouter aux difficultés que créaient les hommes qui les habitaient; et, il y a peu d'années encore, je viens de le dire, elles étaient totalement inconnues. Aujourd'hui — telle est en Amérique la rapidité des changements — elles sont sillonnées par des voies ferrées ; des villes populeuses s'élèvent comme par enchantement avec toutes les ressources du progrès moderne, et de nouveaux états viennent contribuer à la puissance et à la richesse d'un peuple, le dernier venu parmi les nations et assurément appelé à jouer un rôle considérable dans l'histoire future du globe.

Dès l'annexion de ces contrées, le gouvernement des États-Unis s'est préoccupé de leur avenir. Il a organisé des expéditions pour les mieux connaître, pour apprécier les ressources qu'elles pouvaient offrir à la colonisation.

Si les explorateurs s'arrêtaient dans un muet étonnement devant les cañons aux gorges profondes (1), les rochers aux vives et brillantes couleurs, les falaises absolument à pic couvertes d'habitations qu'on ne saurait mieux comparer qu'aux alvéoles d'une ruche, leur étonnement se changeait en tristesse en traversant des pays entiers mornes et désolés, d'où toute végétation, toute vie avaient disparu ; les animaux, les oiseaux eux-mêmes avaient fui, et un de ces explorateurs raconte n'avoir pas aperçu un seul arbre vraiment digne de ce nom sur un parcours de 1500 kilomètres, de Cross Timbers (Texas) aux montagnes Rocheuses ; la nature semblait condamnée à une éternelle solitude.

Tel n'était pas le passé de ces régions : les magnifiques forêts de cèdres et de pins principalement qui les couvraient, les ruines qui surgissent à chaque pas attestent qu'à des époques dont il est impossible de supputer la durée ou de présumer la date initiale, ces régions étaient habitées par une population nombreuse, active, intelligente. Partout l'homme avait construit des demeures, des fortifications, des citernes, de véritables cités ; les rochers, les blocs erratiques étaient souvent couverts de hiéroglyphes, de figures peintes ou sculptées. Partout cet homme avait laissé son ineffaçable empreinte.

A côté des *Mound Builders* vivaient donc d'autres hommes, leurs contemporains peut-être, mais plus probablement leurs successeurs dans la longue série des siècles. Comme pour les *Mound Builders*, nous ignorons totalement leur origine, leurs migrations, et il nous faut emprunter le nom de *Cliff Dwellers*, sous lequel ils sont connus, aux rochers où ils avaient placé leurs demeures.

(1) M. de la Vallée Poussin a résumé dans la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES (janvier 1886) la constitution géologique de ces cañons, telle que l'ont constatée les explorateurs américains. LA NATURE a donné en 1884 (2e sem., p. 25) une belle illustration du grand cañon au pied du Toroweap sur le Rio Colorado.

Sur un point, nous pouvons nous montrer affirmatifs : nous connaissons une des principales causes qui ont amené la dépopulation du pays. Les fleuves sont taris, les ruisseaux eux-mêmes se sont desséchés, et on ne rencontre dans les vallées que les traces des cours d'eau qui les arrosaient jadis, apportant avec eux la fertilité et la vie.

Les pluies du printemps sont courtes et violentes ; l'eau se précipite en torrents impétueux sur un sol imperméable et un sous-sol rocheux, entraînant tout et amenant de fréquentes et sérieuses inondations. Ce moment passé, l'eau persiste rarement dans les arroyos ; elle est rapidement évaporée. Durant les autres saisons, la pluie est inconnue, et un climat brûlant ajoute aux terribles effets de la constante sécheresse. Peut-on attribuer le changement profond que nous constatons à des modifications géologiques ou climatériques ? Cela est possible. Le colonel Hoffman cite à 15 miles de Prescott, la capitale du nouvel État d'Arizona, un arroyo à 40 pieds au-dessus du niveau actuel de l'eau. C'est là assurément un fait curieux, mais il en faudrait d'autres plus considérables pour hasarder une affirmation. Il est présumable que, comme sur bien d'autres points, la cause la plus sérieuse de cette sécheresse persistante est la destruction des forêts pratiquée jadis par les Cliff Dwellers avec une insouciance qui n'a d'égale que celle des Américains de nos jours (1).

C'est par leurs constructions encore debout que nous avons appris à connaître les anciens habitants du pays. M. Holmes (2) a été un des premiers dont l'étude des ruines du Rio de la Plata, du Rio Mancos, du San Juan, a été véritablement scientifique. D'autres savants ont continué son œuvre. Plus récemment, en vue de l'Exposition de Chicago, le professeur Putnam avait organisé de nou-

(1) SCIENCE, 11 Nov. 1892.

(2) *Report on the Ancient Ruins of S. W. Colorado during the Summer of 1875 and 1876.* — Jackson, *Ruins of S. W. Colorado.*

velles explorations. Elles ont porté sur la partie sud de l'Utah, sur le sud-ouest du Colorado, sur le nord et sur le nord-ouest de l'Arizona et du Nouveau-Mexique (1). Les cañons du Colorado et de son principal affluent, le San Juan, ont été étudiés par des archéologues émérites, et le résultats des fouilles, comme les visiteurs de l'Exposition ont pu s'en convaincre, a été considérable par le nombre des objets recueillis; ils nous renseignent plus complètement sur les mœurs et les coutumes des Cliff Dwellers.

Le professeur Holmes avait adopté un classement que nous croyons devoir suivre, sans cependant nous dissimuler combien tout classement est forcément défectueux et incomplet.

Il montre :

1° Les *Pueblos*, habités par des populations essentiellement agricoles ; les points choisis pour les établir étaient toujours les vallées les plus fertiles et le voisinage des cours d'eau. Les procédés de culture des habitants de ces pueblos étaient des plus primitifs ; ils ne connaissaient pour travailler la terre que des grandes lattes en bois ou des houes en pierre mesurant environ 30 centimètres de longueur. Leur principale récolte était le maïs ; ils faisaient aussi une grande consommation de graines de courge, à en juger par le nombre des dépôts retrouvés. Peut-être aussi cultivaient-ils le coton, mais ce dernier point est encore loin d'être prouvé.

2° Les *Cave Dwellings*, cavernes souvent artificiellement agrandies puis fermées et consolidées par des murs en adobes (2). En général, elles ne possèdent qu'une étroite ouverture servant à la fois de porte et de fenêtre.

3° Les *Cliff Houses*, véritables forteresses où se reti-

(1) Charnay, BULL. SOC. ANTH., 19 oct. 1893.

(2) Les adobes sont des briques simplement séchées au soleil dont on se sert encore dans l'Amérique centrale.

raient les habitants des pueblos, lorsqu'un danger sérieux les menaçait.

Les pueblos forment des parallélogrammes ou des cercles, tracés, quand la disposition du terrain n'y faisait pas obstacle, avec cette régularité mathématique que nous avons déja remarquée chez les Mound Builders. Ces demeures sont construites tantôt en pierres de petit appareil reliées entre elles par de l'argile délayée dans de l'eau, tantôt en adobes. Les ruines circulaires, que l'on rencontre fréquemment, atteignent un diamètre de soixante pieds et plus. Mais ces contructions, quelle que soit leur forme extérieure, renferment toujours une ou plusieurs séries de cellules exiguës et, au centre, une pièce souvent à demi souterraine à laquelle les Espagnols ont donné le nom d'*estufa* (1).

On a beaucoup discuté sur les estufas ; pour les uns, ils étaient des chambres de conseil (*Council Chambers*) où se réunissaient les anciens de la tribu pour discuter les affaires communes. Pour d'autres, au contraire, ils étaient destinés à conserver le feu sacré, aujourd'hui encore l'objet de la vénération des Indiens. Un Espagnol, Mariano Ruiz, vécut longtemps avec les Pecos comme un fils de la tribu (*hijo del pueblo*). Il raconte que ses frères conservèrent le feu sacré dans un estufa jusqu'en 1840, où cinq familles, les seules survivantes, s'affilièrent à une autre tribu (2). Ce témoignage tranche, semble-t-il, la question de l'usage auquel étaient destinés les estufas. Ce qui est plus certain encore, c'est qu'ils se rencontrent nombreux dans les pueblos, même dans ceux situés au milieu de rochers escarpés ou de précipices dangereux qu'on ne peut souvent atteindre qu'au prix des efforts les plus pénibles. Il est évident que les Cliff Dwellers attachaient une grande importance à ces estufas (3). Aujourd'hui encore, ils sont l'objet, de la part

(1) Le nom indien, dit Mindeleff, est *kiwa*.
(2) Bandelier, *The Ruins of the Pueblo of Pecos*.
(3) Bancroft, *The Native Races of the Pacific States*, t. I, pp. 537-551.

des Indiens, d'un respect superstitieux, dernier souvenir des rites mystérieux de leurs ancêtres (1).

Outre ces tours qui s'élèvent plus ou moins hautes au milieu des habitations, il est d'autres constructions tantôt rondes ou carrées, tantôt de forme rectangulaire, érigées sur des points dominant le pays. C'était là les *Cliff Houses*, postes d'observation où des hommes veillaient constamment, chargés de prévenir les habitants des dangers qui les menaçaient. L'emplacement de ces postes était toujours choisi avec une grande intelligence. Un d'eux domine toute la vallée du Mac Elmo, et la vue s'étend à plusieurs miles en amont et en aval. Un autre est situé au point où le Hovenweep se divise en deux branches. Ces tours n'ont ni portes ni fenêtres. Le seul mode d'accès est une ouverture dans la voûte qui forme le toit et à laquelle on arrive par une échelle. C'est encore aujourd'hui le mode employé par les Indiens sédentaires qui habitent ces régions.

Auprès de quelques pueblos, on a reconnu de longues lignes de murs destinés à former des enclos et construits en adobes ou plus simplement en terre battue. Il est probable que ces enclos étaient des corrals qui servaient à parquer les bestiaux pendant la nuit. Sur tous les points, nous voyons une civilisation autrement avancée que celle qui existait chez les Mound Builders.

Les falaises sont formées de roches sédimentaires, de bancs de grès dur, très résistant à l'action de l'air et alternant avec des lits d'une roche coquillière très friable (2). Ces dernières couches se sont désagrégées sous l'influence des agents atmosphériques ; elles ont formé des poches, des cavités, des grottes de toute dimension au-dessus desquelles surplombent les bancs de grès. D'autres fois les érosions se projettent sur toute la surface de la couche, de

(1) Simpson. *Expedition to the Navajo Country*, p. 78.
(2) Topinard, REVUE D'ANTH., 1893, p. 517.

façon à laisser une galerie très longue, mais généralement peu profonde. Parfois aussi il se détache de ces falaises un promontoire élevé à l'accès difficile qui s'avance dans la vallée. Partout, sur les falaises au milieu des anfractuosités des rochers, dans les grottes et sur les promontoires, les Cliff Dwellers étaient parvenus à poser leurs demeures, les *Cliff Houses* ou les *Cave Dwellings* dont j'ai parlé. Toute situation leur était bonne, pourvu qu'ils pussent y trouver un instant de sécurité. C'est ainsi qu'auprès de Flagstaff (Colorado) on a reconnu des habitations humaines creusées dans des assises de cendres volcaniques durcies par le temps. Tout autour, d'innombrables silex taillés, de grossiers tessons de poterie attestaient le long séjour de l'homme (1).

Les Cliff Houses prennent la forme et les dimensions de la plate-forme ou de l'anfractuosité sur laquelle ils s'élèvent, et c'est merveille de voir avec quel art les murs sont soudés aux parois du rocher, avec quel soin on a reproduit dans l'architecture extérieure l'aspect des roches voisines. On a été jusqu'à prétendre que ces habitations étaient moins récentes que les pueblos ; les silex et les tessons de poterie, toujours semblables, recueillis auprès des uns et des autres ne justifient guère cette assertion.

(1) Ce n'est pas là un fait isolé. Le major Powell, directeur du *Geological Survey*, a reconnu dans le Nouveau-Mexique des montagnes recouvertes de couches de lave d'une grande puissance. L'homme avait creusé ces couches souvent à des profondeurs considérables pour y installer sa demeure. Les parois étaient recouvertes d'un enduit dont la lave formait la base, et sur quelques points on avait excavé des réduits destinés sans doute à conserver les vêtements ou les provisions de la famille. Ces demeures étaient nombreuses, car M. Powell compte soixante groupes différents, comprenant chacun une vingtaine de maisons. M. Powell prétend les ranger parmi les plus anciennes habitations de l'homme en Amérique. C'est là une opinion difficile à soutenir ; car les objets recueillis témoignent d'une civilisation autrement avancée que celle des hommes dont nous retrouvons les traces sur les bords du Delaware et du Mississipi. M. Powell cite notamment des fragments d'étoffe tissée avec la laine ou le poil des animaux peut-être déjà domestiqués et, dans une niche, une petite figurine (un homme probablement) vêtue d'une étoffe assez semblable à celle qui enveloppe les momies égyptiennes. Cette figurine, malheureusement, tomba en poussière au premier contact de l'air et ne put nous livrer son secret.

Ces demeures sont souvent importantes. M. Charnay (1) cite un *Cliff Palace* mesurant 421 pieds de longueur, renfermant 127 chambres, 23 estufas, et pouvant abriter jusqu'à 1500 personnes. Un autre développe sa façade sur une longueur de 625 pieds et constitue un véritable village; tout autour, on rencontre de grandes enceintes formées de pierres debout assez semblables à celles de nos cromlechs. Des fouilles ont été pratiquées dans une de ces enceintes située sur la rive gauche du Dolorès. On atteignit assez rapidement le sol naturel non remanié, la surface même du rocher. A six pouces environ du sol, les explorateurs rencontrèrent une couche de cendres mêlée de fragments de poteries. L'analyse chimique n'a permis de constater aucune trace de matière animale. L'absence d'ailleurs de tout débris d'ossements ne permet de croire ni à une sépulture par inhumation, ni à une sépulture par crémation (2).

On a découvert un petit nombre de sépultures remontant aux Cliff Dwellers. La difficulté des fouilles, les dangers que couraient les premiers explorateurs de la part des Apaches, peuvent l'expliquer. Plus tard, les fouilles que l'on est parvenu à faire ont donné un certain nombre d'ossements humains dont nous aurons l'occasion de parler. Les explorations plus récentes entreprises par le professeur Putnam ont mis au jour quelques momies assez bien conservées (3). Les morts étaient enveloppés de pièces de coton, de peaux, d'ornements en plumes, puis roulés dans des nattes formées de petites branches enfilées assez semblables à celles des stores chinois. Nombre de ces momies avaient les cheveux blonds, beaucoup plus fins que les cheveux noirs et raides des Indiens actuels ; une d'elles, enveloppée de fourrures précieuses, était un

(1) *L. c.*, p. 617.
(2) Jackson, *Ruins of S. W. Colorado*, pp. 415, 421 et suiv.
(3) On a recueilli en tout 86 pièces, momies entières ou fragments de momies Charnay, *l. c.*, p. 615.

enfant ; sa physionomie rappelait la vie et il paraissait seulement dormir.

A côté des morts, on recueillait des armes, des outils, des poteries, dernière offrande à ces morts aimés. Comme les Mound Builders, comme toutes les anciennes populations de l'Amérique, les Cliff Dwellers étaient animés de l'espérance d'une autre vie pour les leurs, sentiment souvent grossier et incohérent, mais toujours profondément gravé dans le cœur des hommes de toutes les époques et de toutes les régions.

## II.

Nous venons de résumer les constructions des Cliff Dwellers. Il faut maintenant entrer dans quelques détails sur les principales d'entre elles. Nous arriverons ainsi à les mieux connaître.

Le Rio Mancos coule entre des falaises formées de couches alternatives de calcaire crétacé et d'un dépôt argileux souvent désagrégé par les eaux. Une des anfractuosités ainsi formées, située à 40 pieds (1) environ au-dessus du niveau de la rivière, pouvait avoir de 4 à 6 pieds de profondeur (2). Sur cet étroit espace, les Cliff Dwellers avaient établi leurs demeures. Sept d'entre elles subsistent encore et quatre sont assez bien conservées pour que nous puissions reconnaître le mode de construction. Les murs sont en pierres reliées entre elles par de l'argile mêlée de cendres et de fragments de charbon (3). Ce mortier était

(1) Me servant surtout de renseignements américains et d'études américaines, j'ai dû conserver les mesures américaines, qui sont les mêmes que les mesures anglaises. Ramenés aux nôtres, le pied vaut un peu plus de 30 centimètres, le pouce, 2,53 cent., le mile, 1609 mètres ; l'acre, un peu plus de 40 ares ; le gallon, 4,54 litres.

(2) Holmes, *l. c.*, p. 393 et pl. XXXV.

(3) « Ils n'ont pas de chaux et ils la remplacent par un mélange de cendre de charbon et d'argile. » (Castañeda, *Voy. de Cibola*, II, c. IV.) Le même système de construction existait donc encore au XVIe siècle.

consolidé par l'insertion dans les interstices de petits cailloux ou de fragments de poterie, et on peut voir aujourd'hui encore, sur la maçonnerie, la marque des outils employés et même celle des doigts des ouvriers. Les ouvertures sont très étroites, elles n'ont que quelques pouces en tout sens. En déblayant les ruines, on mit au jour une cave obstruée par les décombres provenant d'un incendie. Elle renfermait un dépôt de vivres et on en retira des grains de maïs à demi-calcinés appartenant à une espèce encore cultivée dans le pays. Une hache en pierre polie et quelques poteries furent les seuls objets donnés par les fouilles, qu'il importait de mener rapidement.

Un autre groupe peu éloigné comprend une maison à deux étages érigée dans les anfractuosités qui surplombent la rivière à une hauteur de 200 pieds environ. Les constructions inférieures s'étendent sur un espace libre qui peut mesurer 60 pieds de longueur sur 15 pieds dans sa plus grande largeur. Les murs ont un pied environ d'épaisseur et affleurent le précipice. Ils sont établis avec un art extraordinaire ; les angles sont réguliers, les lignes ne s'écartent pas de la perpendiculaire, et si l'on tient compte des difficultés que devait rencontrer le constructeur pour établir les fondations dans une semblable position et à une semblable hauteur, ces habitations aériennes excitent un véritable étonnement. Au centre se voit l'inévitable estufa ; autant qu'il est permis d'en juger aujourd'hui, on ne pouvait y pénétrer que par une seule ouverture mesurant 22 pouces sur 30, et encore pour l'atteindre fallait-il ramper dans un véritable boyau long de 30 pieds. Les différentes chambres étaient séparées par des murs de refend ; ces murs n'atteignaient jamais le rocher qui formait la voûte; il était donc possible de communiquer de l'une à l'autre au moyen d'échelles. C'est encore là le mode adopté dans de nombreux pueblos d'une construction plus récente, dans ceux mêmes que l'on élève actuellement.

Quelques fouilles faites à la hâte ont donné deux vases

en poterie grossière fermés par des couvercles en pierre d'un travail plus grossier encore. Ces vases, d'une contenance d'environ trois gallons, étaient vides (1). Un d'eux avait été raccommodé à l'aide d'un tesson de même couleur soigneusement agglutiné avec de l'argile. Ils étaient déposés sur un lit de fragments d'écorce et recouverts d'une natte en roseaux.

Entre les deux séries de constructions que nous venons de décrire, le rocher est absolument vertical. Sur un point, où la pente était un peu moins abrupte, on a cru reconnaître quelques marches à peine ébauchées. Pour les hommes de nos jours et même pour des montagnards, elles ne faciliteraient que faiblement l'ascension.

En continuant à gravir le rocher, on arrive à une nouvelle anfractuosité qui a permis une nouvelle construction. Cette seconde plate-forme peut avoir 120 pieds de longueur sur 10 de largeur maxima. Les travaux paraissent n'avoir jamais été complètement achevés. Les Cliff Dwellers furent sans doute découragés par les difficultés presque insurmontables de l'approche des matériaux.

Les parties terminées avaient été habitées. Par une exception assez rare, les chambres communiquaient par des portes basses et étroites. Dans une de ces chambres on crut reconnaître des traces de feu, dans d'autres on recueillit des haricots, du maïs, les provisions habituelles.

Souvent les demeures des Cliff Dwellers étaient à des hauteurs bien plus considérables que celles que nous venons de dire. On en cite à 800 pieds au-dessus du niveau de la rivière qu'elles dominent (2). Elles sont si bien cachées que de la vallée on peut à peine, même à l'aide d'une longue-vue, les distinguer du rocher qui les abrite. On se perd en conjectures sur les moyens employés pour atteindre les points où ces constructions s'élèvent et

(1) Holmes, *l. c.*, pl. XLIV.
(2) Id., *l. c.*, p. 394.

pour y transporter les vivres et les objets nécessaires à la vie. On croyait même que, dans certaines habitations, les hommes étaient obligés de descendre à la rivière pour y puiser l'eau qui leur était indispensable ; mais des recherches plus récentes ont fait découvrir dans les falaises des sources qu'ils avaient su capter et amener dans des réservoirs naturels ou artificiellement agrandis.

A un mile plus loin, en suivant toujours les rives du Rio Mancos, M. Jackson découvrait une construction située à 700 pieds d'élévation. Cette construction, à laquelle il a donné le nom de *The two story House*, la maison à deux étages, est mieux conservée que celles qui l'entourent. La hauteur des murs est d'environ 12 pieds, et un intervalle de deux à trois pieds existe entre leur sommet et le rocher qui surplombe en guise de toit. La plus grande des chambres mesure 9 pieds sur 10, une autre 6 pieds carrés. Ces chambres, dont les dimensions semblent si exiguës, étaient cependant grandes pour les Cliff Dwellers. A Montezuma, par exemple, si les plus considérables atteignent 9 1/2 pieds, on en trouve beaucoup mesurant 4 pieds carrés ; dans la Sierra Abajo (Utah), quelques-unes sont si petites qu'elles n'ont dû être utilisées que comme caches (1). Jackson cite un espace de 14 pieds de longueur sur 6 de largeur et 5 de hauteur, partagé en deux chambres presque égales. On n'y pénétrait que par un petit trou carré. On se demande comment des créatures humaines pouvaient vivre et prospérer dans de semblables réduits (2). Les murs intérieurs avaient été enduits à plusieurs reprises avec de l'argile ; il est encore facile de reconnaître l'empreinte des mains de l'ouvrier. Leur petitesse a même fait supposer que des femmes étaient char-

(1) Barber, *Ancient Pueblos*. AMERIC. NATURALIST, Sept. 1878.

(2) On peut citer des exemples analogues sur d'autres continents. M. Tarry, dans une visite aux villes berbères de l'Oued-Mya, parle d'anciennes habitations où les chambres mesuraient 3 mètres de longueur sur 1 1/2 mètre de largeur. REV. D'ETHNOGRAPHIE, 1884, p. 8.

gées de ce travail. Le même mortier servait à crépir les murs extérieurs ; il présente des tons tantôt gris, tantôt roses, semblables à ceux des roches voisines. Était-ce là l'effet du temps, ou bien les hommes avaient-ils aussi cherché à mieux dissimuler leurs demeures ? C'est ce qu'il est impossible de dire aujourd'hui.

Les ruines de la vallée du Mac Elmo sont au moins aussi intéressantes que celles de la vallée du Mancos. Une grande tour s'élevant au milieu d'un pueblo offre une singulière ressemblance avec les *talayoti*, ces curieuses constructions des îles Baléares. Comme les talayoti, elle est construite en pierres brutes et entourée d'un triple mur. Un second estufa avec des murs de plus de trois pieds d'épaisseur est situé à l'autre extrémité du pueblo. Les chambres ou pour mieux dire les cellules intérieures sont de forme rectangulaire, et toujours de cette exiguïté qui cause un si juste étonnement aux explorateurs. Ce pueblo est situé à un mile environ du Mac Elmo, dont le lit est constamment à sec durant l'été. Les habitants auraient donc été réduits pendant plusieurs mois de l'année à aller chercher de l'eau au Dolores, à près de 15 miles de distance. « Supposer une population nombreuse, agricole, vivant dans de pareilles conditions pendant des siècles est manifestement absurde, dit M. Holmes (1), et cependant il n'est pas un rocher isolé, il n'est pas un emplacement, quelque étroit qu'il puisse être, qui ne soit tout couvert d'habitations humaines, et cela sur un parcours de plusieurs miles. »

Nous sommes donc conduits à admettre des changements climatériques importants depuis les temps inconnus où le pays était habité par une population nombreuse. La même remarque s'applique avec plus de force encore à Aztec Spring (Colorado). Ces ruines, situées sur le Mesa Verde, à une distance à peu près égale du Mac Elmo et du Mancos, sont probablement les plus importantes de celles

(1) *L. c.*, p. 399.

découvertes jusqu'ici ; elles couvrent, nous dit-on, une superficie de 480 000 pieds carrés, et on calcule qu'il est entré dans leur construction 1 500 000 pieds cubes de maçonnerie.

L'édifice principal forme un rectangle mesurant 80 pieds sur 100 ; il est entouré d'un double mur et divisé en trois chambres intérieures. L'épaisseur des murs est de 26 pouces, et ils présentent encore de 12 à 15 pieds d'élévation, sans que l'on puisse dire quelle était leur hauteur primitive. Entre les deux murs, il existe vingt cellules d'une extrême petitesse dont il est difficile de présumer même l'usage.

Trois estufas s'élèvent au milieu de l'enceinte. Autant que l'on peut en juger dans leur état actuel, deux d'entre eux pourraient bien avoir été des citernes destinées à conserver l'eau nécessaire aux habitants. Les murs de refend sont en briques crues, les murs extérieurs en blocs de calcaire fossilifère provenant du Mesa Verde, symétriquement taillés et cimentés avec de l'argile mélangée de poussière provenant des carbonates de chaux très abondants dans le voisinage. C'est à ce mortier, sans doute, qu'est due la conservation exceptionnelle des pueblos d'Aztec Spring.

Le Hovenweep (1), aujourd'hui à sec, coulait autrefois dans des cañons d'où la vie n'avait pas encore disparu. On rencontre à chaque pas une suite d'anciens pueblos en ruine, et partout ces singulières demeures sont perchées, c'est le cas de le dire, dans toutes les anfractuosités, sur toutes les terrasses, sur tous les points où il était possible de les établir. Veut-on un exemple ? Sur une de ces terrasses, mesurant environ 300 pieds sur 40, les Cliff Dwellers avaient trouvé moyen d'élever quarante maisons différentes. Par une disposition assez rare, ces maisons sont circulaires ; leur diamètre ne dépasse guère 12 à 15 pieds.

(1) Ce nom très approprié est emprunté à la langue ute ; il signifie *cañon désert*.

Les angles sont arrondis, les murs construits en pierres, les ouvertures imperceptibles. Tout paraît avoir été préparé pour la résistance. Elle devait être facilement efficace, car ces demeures étaient d'un accès presque impossible, et de petites tours, érigées de distance en distance sur les points les plus élevés, permettaient une exacte surveillance sur tous mouvements tentés par un ennemi toujours à redouter.

La vallée du Montezuma atteint sur certains points jusqu'à 10 miles de largeur (1). Comme les vallées voisines, elle est couverte de ruines depuis longtemps abandonnées, de tours à triple enceinte, de mounds formés en grande partie de fragments de poterie. Les falaises qui la dominent présentent une longue suite de grottes, d'abris sous roche, tous utilisés par l'homme. Sur plusieurs points du rocher, on a cru reconnaître des trous creusés à des distances régulières et destinés sans doute à placer successivement les pieds et les mains. C'est le seul mode d'accès connu de ces demeures aériennes.

Il faut encore noter à Montezuma sept pierres debout mesurant de 4 à 7 pieds de hauteur, et rappelant par leurs formes et leur disposition les menhirs de notre Bretagne ou du Pays de Galles (2). Mais là s'arrête la ressemblance. D'après des recherches récentes, l'intervalle entre les pierres était rempli par de la maçonnerie brute servant à consolider la masse. Ici aussi, tout atteste la présence d'une population nombreuse; elle était indispensable pour l'exécution des travaux qui restent ses témoins.

Il faut aussi décrire les demeures du Rio Chelly, admirablement conservées, grâce à la sécheresse du climat. En le faisant, nous sommes condamné à d'inévitables répétitions. Notre excuse est que ces constructions, quelques poteries presque toutes brisées, quelques misérables silex

(1) Jackson, *l. c.*, pp. 427 et suiv.
(2) Barber, *The Ancient Pueblos*. AMERIC. NATURALIST, Sept. 1878.

sont les seuls moyens de retrouver les traces de ces races jadis si vivantes, dont aucune histoire, aucune légende même ne rappellent le souvenir.

Le Rio Chelly se jette dans le San Juan ; il coule entre des rochers de grès rouge traversés par des veines grises ou noires qui atteignent sur certains points jusqu'à 800 pieds de hauteur(1). Le principal cañon, appelé Tseghi ou Tsegihi par les Navajos qui habitent aujourd'hui le pays, est, comme tous ceux dont nous avons parlé, d'un accès bien difficile. Sa longueur est d'environ 20 miles ; mais il se ressoude au nord-est à un autre cañon, le Cañon del Muerto(2), dont la longueur vient s'ajouter à la sienne. Le colonel Washington, gouverneur du Nouveau-Mexique, reconnut ces cañons dès 1849 ; mais ce ne fut qu'en 1880 que le Bureau d'ethnologie décida leur exploration complète.

Au Rio Chelly, comme à Montezuma, comme sur les rives du Mancos ou du Mac Elmo, les grottes naturelles ou artificielles, les dépressions, les plus petites anfractuosités ont été utilisées avec une intelligence qui frappe vivement l'explorateur. Mais ici les constructions ont souvent une importance exceptionnelle. Jackson (2) cite à *Cave Town* une ville de cavernes qui avait une longueur de 545 pieds sur une largeur maxima de 40. Presque toutes les habitations, même celles des cavernes, comprennent un rez-de-chaussée et un étage. L'épaisseur des murs atteint rarement un pied et souvent elle n'est guère que de six pouces. Les pierres sont noyées dans un épais mortier d'argile délayée et recouvertes d'un enduit intérieur et extérieur. On a reconnu 76 chambres moins petites que celles dont nous avons parlé jusqu'ici. Au centre se trouve l'inévi-

(1) Cosmos Mindeleff, *Cliff Ruins of Cany on Chelly*. AMERIC. ANTHROPOLOGIST, April 1895.

(2) Le Cañon del Muerto est connu des Indiens sous le nom de *Paloshi-izenni*, la vache bleue, à raison d'une peinture à l'ocre que l'on voit sur un rocher à l'entrée de la vallée. Cosmos Mindeleff, *Cliff Ruins of Cañon Chelly*. AM. ANTHROPOLOGIST, 1895.

(3) *L. c.*, p. 421 et pl. I.

table estufa, et derrière les demeures se trouvent deux petits réservoirs. Aucune de ces demeures ne possède d'autres ouvertures que des fenêtres prenant jour en général sur des cours intérieures, et il n'existe d'autre moyen d'y arriver que des blocs écroulés ou des fentes naturelles dont il était possible de s'aider pour cette pénible ascension. La hauteur des rochers schisteux, qui surplombent et servent de toit protecteur, approche de 200 pieds ; la descente est plus difficile encore que l'escalade.

Partout la mesa est triste, aride, couverte d'une végétation rabougrie, et cependant plusieurs corrals, véritables cours intérieures, sont remplis d'une poussière que l'analyse a montré provenir des bestiaux qui y avaient été renfermés. Comment parvenait-on à les amener à une semblable hauteur? Où trouvait-on la nourriture nécessaire au milieu de ces rochers escarpés et sans issue ? Toutes les conjectures sont plausibles ; aucune n'apporte une solution satisfaisante.

Les explorateurs ont recueilli quelques vases en poterie rouge, et parmi eux sept grandes urnes que l'on dit funéraires ; puis des couteaux, des haches, des poinçons en silex et près de cent pointes de flèche en jaspe, en agate, en obsidienne, toutes finement taillées. Nulle part les recherches n'ont donné un objet en métal.

Continuons nos rapides excursions à travers le pays habité par les Cliff Dwellers ; elles sont nécessaires pour mieux nous rendre compte de leur existence et de leur genre de vie. Toute la vallée du San Juan, sur un parcours de centaines de miles, est semée de ruines (1). M. Barber (2) mentionne parmi elles un bâtiment long et étroit élevé à l'entrée d'une cave dont l'ouverture peut avoir 200 pieds de diamètre. Il n'existe aucune porte, et les fenêtres, seules entrées possibles, ne mesurent guère que 18 pouces car-

(1) San Francisco Evening Herald.
(2) *Ancient Pueblos*. Americ. Naturalist, Sept. 1878

rés. Sur les murs, on a reconnu de nombreuses mains humaines peintes à l'ocre, et c'est à raison de ce fait que nous citons cette construction, qui ne présente aucun intérêt exceptionnel. La main humaine a toujours joué un grand rôle dans le passé des régions que nous étudions, sans que rien, dans nos connaissances actuelles, permette de dire la signification qui y était attachée. On la trouve tracée en noir sur les parois des cavernes du Nicaragua et du Wisconsin (1), comme sur les monuments en ruine d'Uxmal et d'Izamal (2). Schoolcraft (3) raconte une grande réunion de guerriers indiens dans la Prairie du Chien. Il était chargé de leur faire une communication au nom du gouvernement des États-Unis. Presque tous étaient nus et portaient sur leur dos ou sur leurs épaules l'empreinte d'une main humaine peinte en blanc. Aujourd'hui encore, dans certaines parties de l'Amérique centrale, les habitants aux jours de fête ne manquent pas de peindre sur leurs maisons une main rouge, souvenir caractéristique de leurs ancêtres (4).

Mindeleff a raconté ses explorations dans le Cañon del Muerto. Malheureusement il paraît hanté du désir de voir

(1) Lewis, AMERIC. NATURALIST, Sept. 1889.

(2) Un de ces temples d'Izamal portait le nom de Kab-ul, la main travailleuse, la main miraculeuse. Charnay (TOUR DU MONDE, t. XLII, p. 293) croit que cette main a quelques rapports avec Hueman, le grand législateur toltec, qu'il prétend identifier avec le dieu Quetzacoatl.

(3) *Personal Memoirs of a Residence of Thirty Years with the Indian Tribes.*

(4) Ne peut-on pas rapprocher de cette superstition l'habitude si constante en Italie de porter une petite main en corail ou en ivoire comme un préservatif efficace contre les maléfices? Au Caucase, on voit souvent la main humaine associée à la colombe; dans l'antiquité l'une et l'autre étaient les symboles d'Astarté. Le même usage, inspiré probablement par un sentiment semblable, se retrouvait chez les réguliers d'Abd-el-Kader, et le Dr Nicolas Seeland, dans un voyage en Kashgarie, rapporte que le Daotaï ou gouverneur chinois était précédé par un homme portant en guise d'étendard une main rouge, symbole de sa puissance. On pourrait, dans le même ordre d'idées, signaler la hache symbolique que les pictographies américaines reproduisent souvent. Elle rappelle, à s'y méprendre, celle gravée sur les mégalithes bretons. C'est là une question importante dont malheureusement la discussion nous entraînerait ici trop loin.

ou plutôt de dire le contraire de ce qu'ont vu et dit ses devanciers ; il convient donc d'accepter avec quelque réserve ses assertions.

Un des établissements les plus considérables visités par lui, *Mummy Cave* (1), se trouve dans la partie supérieure de la vallée ; il comprend deux grottes réunies par une étroite plate-forme mesurant 110 pieds de longueur. La grotte située à l'ouest comprend 14 chambres, celle de l'est 44, la plate-forme enfin 10. On compte aussi trois ou quatre kiwas, nom donné par les Indiens aux estufas et que Mindeleff leur conserve. Il porte à 60 le chiffre de la population de ce pueblo, chiffre évidemment trop faible, et le dit postérieur au XVI^e siècle. Le mur de face et un des kiwas ont été érigés sur une accumulation de fumier de mouton, et l'intérieur de certains kiwas est blanchi à la chaux ; dans l'un d'eux on a même relevé jusqu'à 18 couches différentes formant une épaisseur de trois quarts de pouce. Or, comme ni les moutons ni l'usage de la chaux n'étaient connus avant l'arrivée des Espagnols, la conclusion serait évidente. C'est un point sur lequel nous aurons l'occasion de revenir en discutant l'origine des Cliff Dwellers (2).

Toute la vallée d'Epsom Creek, située au nord du San Juan, est couverte de ruines, moins considérables cependant que celles que nous avons décrites. Ce sont en général de véritables trous enfumés, des *cubby holes*, dit M. Jackson, tantôt au bord du ruisseau (3), tantôt plaqués comme des sandwichs sur le rocher, selon une pittoresque expression américaine. Ces demeures ne comprennent qu'une seule chambre dont les murs sont renduits

(1) La grotte de la Momie.

(2) Selon d'autres explorateurs, ces faits ne seraient nullement prouvés. Les adobes étaient certainement connues avant le XVI^e siècle, bien que Mindeleff prétende aussi le contraire.

(3) L'eau de ce ruisseau est saumâtre et rappelle, assure-t-on, le goût du sel d'Epsom. De là le nom qu'il porte.

avec une telle perfection que le mortier, après tant d'années écoulées, ne présente aucune fissure. L'entrée de la vallée est défendue par une tour érigée sur un monticule presque inaccessible. Après des efforts répétés, les explorateurs durent même renoncer à le gravir. Une autre tour du diamètre de 40 pieds, dont les murs écroulés et les pierres couvertes de mousse attestent la haute antiquité, s'élève sur la rive opposée. Tout montre la nécessité de la défense, et il est difficile d'admettre avec M. Mindeleff que les travaux défensifs exécutés dans toutes ces régions ne sont que l'évolution naturelle de l'architecture des pueblos.

Mentionnons enfin, ne fût-ce qu'à raison de leurs dispositions particulières, des constructions situées sur les rives de la Plata à 25 miles de son point de jonction avec le San Juan, à 5 miles de la voie ferrée qui joint l'Atlantique au Pacifique. Elles s'étendent irrégulièrement dans la vallée. Chaque famille avait sa demeure, et tout indique une civilisation supérieure et probablement postérieure à celle que nous avons vue jusqu'ici. La famille et la propriété, ces bases indispensables de tout progrès, étaient fondées, et des habitations isolées les unes des autres affirmaient l'indépendance individuelle. « Elles paraissent distribuées, dit M. Holmes, comme les demeures rurales dans nos pays pacifiques et civilisés. »

Il faut maintenant étudier d'autres régions pour mieux nous rendre compte de ces populations inconnues et chercher les conclusions qu'il est possible d'admettre dans l'état actuel de nos connaissances.

## III.

Nous avons déjà dit quelques mots des *Pueblos*, nom donné par les Espagnols à des villages situés en général dans les vallées, et dont un certain nombre étaient encore habités au moment de la conquête.

Un nombre autrement considérable de ces pueblos étaient dès cette époque en ruines, et ces ruines, présentant un caractère identique dans leur conception comme dans leur exécution, s'étendent sur des milliers de kilomètres à travers les États actuels de l'Arizona et du Nouveau-Mexique, de l'Utah, du Colorado, couvrant cette immense région aux plateaux élevés, à la mesa triste et aride, comprise entre le Rio Pecos à l'est, le Colorado à l'ouest, l'Utah au nord, et le Mexique au sud.

Les premiers explorateurs au XVI^e siècle furent les Pères Pedro Nadal et Juan de la Asuncion, qui pénétrèrent dans le pays au commencement de 1538. Au mois de septembre de la même année, un franciscain, Marcos de Niza, accompagné d'un nègre nommé Estevan ou Estevanico, entreprit une exploration qui aboutit à la découverte de la ville de Cibola si célèbre dans les légendes indiennes (1).

Le pays avait été peuplé dès l'antiquité la plus reculée. Si nous devons en croire M. Cushing, un des pionniers de l'*Hemenway Expedition* (2), il aurait reconnu la présence de l'homme au milieu des couches de lave des volcans éteints durant l'époque quaternaire. Quoi qu'il en soit à cet égard, la population s'était rapidement accrue, la civilisation s'était développée, des villes s'étaient fondées, et des fouilles récentes ont montré, sur les rives du Salado (3), des cités antiques divisées en sept quartiers toujours aux mêmes orientations, répondant sans doute ainsi à un rite religieux.

Peu à peu, sous l'empire de causes diverses, la solitude s'est faite, et il a fallu l'absorption de l'Arizona par les

(1) Bandelier, *Contributions to the History of the South Western Portion of the United States. — La Découverte du Nouveau-Mexique par le moine franciscain Marcos de Nice.* REVUE D'ETHNOGRAPHIE, 1886.

(2) *Hemenway. S. W. Archaeol. Expedition.* BUL. SOC. GÉOG., 1889, p. 51. Cette expédition est ainsi nommée de M. Hemenway qui en fit les frais.

(3) Le Salado se jette dans le Gila, affluent oriental du Colorado.

États-Unis pour donner au pays une vie nouvelle et cette fois, espérons-le, durable.

De nombreuses explorations ont été entreprises pour connaître les parties les plus sauvages de la région. Le Cañon Verde a été récemment visité par une expédition organisée par le Smithsonian Institution (1). Les montagnes s'élèvent à 6500 pieds au-dessus de la vallée ; partout le rocher est percé, partout les hommes y ont établi leur demeure, et on évalue à plus de mille le nombre de *Cliff Houses* qui s'élèvent de tous les côtés sur les hauteurs. Leur accès est difficile ; un sentier étroit et dangereux conduit au sommet de la montagne, et les Cliff Dwellers de l'Arizona avaient non moins de difficultés à vaincre que leurs contemporains des états voisins.

Ils avaient montré la même intelligence à tirer parti de la situation (2). Dans la partie inférieure de la vallée, à 7 miles environ du Campo Verde, on a reconnu un réservoir aux bords nettement limités mesurant 200 mètres de longueur, sur 150 de largeur et 10 de profondeur. Des arbres de taille imposante poussent sur le sol même du réservoir et attestent son ancienneté.

Sur l'autre rive du Verde, on rencontre des séries de cavernes agrandies par l'homme pour lui servir de demeure ; les parois portent encore la trace des outils employés. Les portes étaient cintrées et si étroites que deux personnes ne pouvaient les aborder de front. Les grottes variaient entre 10 et 14 pieds de diamètre et entre 6 et 10 pieds dans leur plus grande hauteur. Par une recherche que nous n'avions pas encore rencontrée, le sol était souvent pavé soit en gros blocs noyés dans du mortier, soit même en grandes dalles de terre cuite. Sous le pavage, l'homme avait creusé des caves (les plus grandes n'ont que 3 pieds de diamètre) fermées

(1) NEW-YORK WORLD, 1890.
(2) S. Hall, *Cliff Dwellers of the Lower Verde Valley (Northern Arizona).* ARCHAEOLOGIST, April 1895.

par des trappes et destinées sans doute à conserver les grains et les provisions de la famille.

Les fouilles ont donné des poteries et des silex toujours d'un travail grossier. Il faut noter la rareté des pointes de flèche ou de lance, comme un signe du naturel pacifique des habitants (1).

Sur d'autres points, nous trouvons un genre de vie bien différent. Le Dr Ten Kate, dans une intéressante communication, raconte des ruines, débris sans doute des antiques cités dont la *Casa Grande* est le type (2). Elles s'étendent dans tout l'Arizona, toujours au voisinage des cours d'eau ou des canaux d'irrigation creusés par ces hommes inconnus. D'énormes édifices, citadelles ou temples (3), s'élèvent au milieu de demeures importantes entourées de murs en pierres. Plus loin, il est facile de reconnaître des maisons en adobes ou en pisé d'un type inférieur habitées par le bas peuple. Suivant une loi impossible à méconnaître, l'inégalité sociale est malheureusement la base de toute société humaine. A quelque époque que nous remontions, dans quelque région, sous quelque régime que nous étudiions l'organisation sociale, nous la voyons toujours injuste, souvent odieuse et cruelle. Dans les villes de l'Arizona, cette inégalité se montre jusque dans le mode de sépulture. Les hommes des hautes classes, les chefs et les prêtres étaient enterrés sous le sol de la demeure qui avait été la leur ; les cadavres des autres habitants étaient brûlés, les cendres recueillies dans des vases et déposées sous des amoncellements de terre *(pyral mounds)*.

L'agriculture paraît plus développée chez les habitants de l'Arizona que chez les Cliff Dwellers du Nouveau-Mexique, ou peut-être est-elle seulement mieux connue.

(1) Il a été aussi trouvé de nombreux fragments de cordes de toute grosseur fabriquées avec des herbes et des joncs entrelacés. C'est la première fois qu'un fait semblable est mentionné.

(2) *Hemenway S. W. Archeol. Expedition.*

(3) Le plus grand de ces temples mesure 200 pieds sur 150, dit Cushing.

Ils cultivaient le maïs, les fèves, les pastèques, le coton, le tabac, ils élevaient des animaux, le dindon, le lapin, peut-être aussi une variété de lama. A l'exception de quelques petites amulettes en cuivre, les fouilles n'ont donné aucun objet en métal ; en revanche on a recueilli plus de 17 000 vases de toute forme et de toute contenance (1). Cette poterie très variée était presque toujours décorée avec goût ; avec elle, il a été aussi trouvé de nombreuses armes en pierre polie, des instruments en os, des coquilles marines, et des ornements divers.

M. Ten Kate évalue à 90 000 âmes la population des Casas Grandes ; Cushing, celle de la ville dont je viens de parler et à laquelle il a donné le nom de *Los Muertos*, à 13 000, et ces évaluations ne paraissent pas exagérées. Ten Kate croit que les ruines du Salado et du Gila ont au moins un millier d'années d'existence. Cushing est plus large : il parle d'un minimum de 1700 ans et d'un maximum de 4000 ans. Pendant ces longs siècles, ajoute-t-il, les habitants, que l'on prétend les ancêtres des Indiens actuels des pueblos, s'étaient croisés avec des populations d'une taille plus élevée que la leur, et ses recherches lui ont prouvé, dit-il, qu'à la suite de ces unions leur taille s'était relevée de 3 à 4 pouces. C'est là une assertion dont il convient de lui laisser toute la responsabilité.

Décrivons une de ces *Casas Grandes* qui s'élève sur une petite éminence dans la vallée du Rio Gila à 2 1/2 miles de la rivière. Elle existait plusieurs siècles avant l'arrivée des Espagnols, et la première description un peu complète que nous possédions est due au Père Mange, qui visita cette Casa Grande avec le Père Kino en 1697 (2). L'ensemble des ruines comprenait à cette époque

(1) ARCHAEOLOGIST, Dec. 1894, pp. 239 et suiv.

(2) DOC. HIST. MEX., série IV, t. I, p. 284.—Bancroft, *The Native Races*, t. IV, pp. 621 et suiv. Les Espagnols ont donné le nom de *Casa Grande* à toutes les ruines si nombreuses de l'Amérique centrale. C'est une difficulté de plus à ajouter à toutes celles que nous rencontrons pour les décrire.

onze bâtiments différents entourés d'un mur servant à les protéger. Aujourd'hui, sur les trois bâtiments qui restent encore debout, il n'en est guère qu'un que l'on puisse étudier. Il forme un parallélogramme de 50 pieds sur 40; les murs construits en adobes, mesurant 4 pieds sur 2, vont en se rétrécissant de la base au sommet.

Les Indiens, dit Castañeda, dans son récit du voyage de Coronado, se réunissent pour élever leurs demeures. Les femmes préparent le ciment et bâtissent la maison ; les hommes abattent les arbres, équarrissent les poutres et les mettent en place. Ils n'ont pas de chaux et la remplacent par un mélange de boue, de cendres et de charbon qui fait un mortier assez résistant. Ces maisons ont souvent jusque quatre étages, et les murs ont à peine un demi-mètre d'épaisseur. Les briques ou adobes sont fabriquées avec des cendres d'herbes brûlées pétries avec de l'eau et de la terre. Avant l'arrivée des Espagnols le moulage des briques était inconnu.

L'intérieur de la Casa Grande est divisé en cinq chambres bien plus grandes que celles des Cliff Dwellers ; les chambres centrales ont 3 pieds sur 14, celles qui se trouvent sur les côtés, 32 pieds sur 10. Des débris de poutres encore engagées dans les murs montrent que le bâtiment comportait deux étages, peut-être même trois. Il n'est nulle trace d'escalier ; on communiquait probablement au moyen d'échelles. Un vaste incendie, dû aux Apaches, a laissé partout des traces ineffaçables.

Cette Casa Grande formait le centre de villages importants. « Dans toutes les directions, écrit Bartlett (1), aussi loin que nos regards pouvaient porter, nous apercevions des murs écroulés et des amas de décombres. » D'autres explorateurs rapportent à leur tour que la plaine, dans un rayon de deux lieues, était couverte de monticules formés

(1) Bartlett, *Personal Narrative of Explorations and Incidents in Texas, New Mexico, California, Sonora and Chihuahua*, t. II, pp. 271 et s.

d'adobes tombées en poussière (1). La population du pays, au moment de sa prospérité, devait être considérable.

Des *acequias* — c'est le nom donné aux canaux d'irrigation — témoignent aussi de l'industrie des habitants (2). Un de ces canaux, situé non loin de la Casa Grande, reçoit les eaux du Gila. Il avait 27 pieds de largeur sur 10 de profondeur, et une longueur de près de 3 lieues. Un autre canal suivait la vallée du Salado sur une longueur à peu près égale. Ces acequias amenaient l'eau dans de petits canaux d'irrigation. De pareilles entreprises n'arrêtaient guère ces hommes, alors qu'elles pouvaient être utiles à leur commerce ou à leur agriculture. Comme chez les Mound Builders, elles témoignent hautement des progrès réalisés par ces populations.

Il faut rapprocher de la Casa Grande du Gila d'autres ruines plus considérables, situées dans le Chihuahua (3), qui la rappellent de tous points. A elles aussi les Espagnols avaient donné le nom de *Casas Grandes*. Tout prouve qu'elles datent de la même époque et qu'elles sont dues à la même race que celles de l'Arizona.

Ces Casas Grandes sont situées dans la vallée du San Miguel, à une petite distance de la limite des États-Unis et du Mexique. Des amas de décombres, au milieu desquels surgissent des pans de murs atteignant jusqu'à 50 pieds de hauteur, indiquent l'emplacement d'une ville (4). Les murs étaient en adobes ; leur largeur approchait de 5 pieds ; comme nombre de ceux que nous avons déjà mentionnés, ils étaient simplement renduits avec de l'argile délayée. Le bâtiment principal mesurait 800 pieds sur les faces nord et sud, 250 seulement sur les faces

(1) Whipple, Ewbank and Turner, *Report upon the Indian Tribes*.

(2) Bancroft, *Native Races*, t. IV, pp. 632, 635.

(3) Grande province comprise aujourd'hui dans la partie septentrionale du Mexique.

(4) Clavigero, *St. Ant. del Messico*, t. I, p. 159. — Escudero, *Noticias del Estado de Chihuahua*, p. 234. — *Album Mexicano*, Mexico 1849, t. I, p. 374. — Bartlett, *l. c.*, t. II, p. 347. — Brinton, *The American Race*, p. 114.

[illegible] le [illegible], la les- [illegible] relever [illegible] [illegible] constater le [illegible] mêmes [illegible] [illegible] les [illegible] [illegible] six [illegible] le [illegible] diminuées [illegible] [illegible] tout

[illegible] pour [illegible] extrême [illegible] [illegible] [illegible] comme [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] terre [illegible] [illegible] [illegible] surtout. [illegible] le [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] fond [illegible] (2).

[illegible] du [illegible] [illegible] [illegible]. Vers le milieu d'une [illegible] presque perpendi-

(1) Nous [illegible] de 1500 [illegible] dans ces mesures.

(2) Rev. d'ethn., 1892, p. 363.

culaires, sans nul moyen d'accès, à cent pieds environ d'altitude, se dresse une tour carrée construite en pierres appareillées et pouvant avoir de 30 à 35 pieds de hauteur. Chaque étage, construit en retrait sur l'étage précédent, ne renferme qu'une seule pièce dont la superficie varie de 4 à 8 pieds carrés et la hauteur de 3 à 5 pieds. Les planchers sont en poutres grossièrement équarries, les ouvertures peu nombreuses et fort étroites. Il n'était possible d'y pénétrer qu'au prix des plus grands efforts. Dans toute la vallée, jusqu'à Montezuma Wells, s'élèvent des tours semblables, qu'un voyageur compare assez justement à des nids d'hirondelles. Il a fallu un travail inouï pour transporter des pierres et pour maçonner à de telles hauteurs. L'imagination cherche en vain l'utilité de ces constructions et le parti que les constructeurs pouvaient en tirer même comme postes d'observation.

Le major Powell a remonté sur un parcours de plusieurs centaines de miles le grand Colorado, peu connu avant lui. Il raconte, comme les autres explorateurs de ces régions, une nature morne et désolée et les traces d'une population jadis nombreuse aujourd'hui disparue. A chaque pas pour ainsi dire, il rencontrait les ruines de pueblos dans les vallées, de Cliff Houses au milieu de rochers de quatre ou cinq mille pieds de hauteur, et dont les parois inclinées étaient parfois tellement rapprochées que l'on pouvait croire que le fleuve se perdait dans un souterrain semblable aux tunnels de nos chemins de fer. Autour d'habitations depuis longtemps abandonnées, le major Powell recueillait des pointes de flèche, des tessons de poterie, des silex éclatés ou simplement taillés analogues à ceux que l'on recueille non seulement en Amérique, mais dans toutes les régions du globe, tant le génie de l'homme se montre toujours et partout le même.

Récemment des chercheurs d'or ont annoncé une découverte plus nouvelle et probablement plus curieuse que

celles connues jusqu'ici (1). Nous la reproduisons avec certaines réserves, car il semble qu'elle a grand besoin de confirmation. Au pied des monts Cocopas, près de la frontière du Mexique et de l'embouchure du Colorado, ils se trouvèrent inopinément en face de constructions en ruine s'étendant sur 460 pieds de longueur et 260 pieds de largeur. Une grande salle à colonnes émergeait des sables du désert. Les colonnes, hautes d'environ 18 pieds, étaient couronnées d'immenses blocs de granit et couvertes de sculptures parmi lesquelles on croit reconnaître des têtes de serpent. Le côté nord conservait seul des traces de maçonnerie ; des marches en granit, aujourd'hui presque ensevelies par le sable, montrent l'existence d'un escalier.

On dit que cette civilisation remonte à une époque reculée. Il est plus sûr encore qu'elle se rapporte à des populations tout autres que celles que nous avons étudiées jusqu'ici, et qu'il convient de la rattacher soit aux Mayas, soit peut-être à des races ayant peuplé plus anciennement encore le Mexique et le Yucatan.

## IV.

Nous venons de raconter les villages situés dans les vallées, les Cliff Houses perchés sur des rochers, dont les approches étaient défendues par des tours, par des postes d'observation. Tout parle, nous l'avons souvent dit, de périls incessants, d'ennemis redoutables. Il est dans ces régions d'autres ruines plus considérables, plus imposantes par leur masse, dont les habitants paraissent n'avoir jamais redouté les mêmes dangers.

Ces hommes formaient des communautés paisibles, exclusivement agricoles, où le communisme, sous l'autorité

(1) L. de San Diego à la *New Yorker's Handels Zeitung*. BUL. SOC. GÉOG., 1893, pp. 365 et 366.

de chefs despotiques, paraît avoir été le régime dominant. Gregg, qui parcourut le Nouveau-Mexique vers 1840, fut le premier à les faire connaître (1). « Les ruines du pueblo Bonito, dans le pays des Navajos, au pied des Cordillères, écrit-il, comprennent des maisons bâties en dalles de grès, genre de construction actuellement inconnu dans toute la région. Ces maisons sont encore intactes, bien que leur antiquité soit telle que l'on ignore absolument leur origine. »

En 1849, le colonel Washington organisa une expédition contre les Navajos qui infestaient tout le nord de l'État, et c'est au général Simpson, alors lieutenant et attaché au service topographique de l'armée, que nous devons les plans des ruines que les soldats rencontraient à chaque pas, en traversant le Cañon Chaco (2).

Le pueblo Bonito est le plus important de ces villages. Il convient de le décrire avec quelques détails ; nous pourrons ainsi nous rendre compte des autres pueblos toujours semblables dans leurs principales dispositions. En général, ils sont construits en forme de rectangle et témoignent d'une unité de conception et d'une régularité de construction qui ne se trouvent pas au même point, il faut le dire, au pueblo Bonito.

Ce pueblo, construit sans doute à plusieurs reprises selon les besoins du moment, s'élève sous les rochers à pic qui forment le Cañon Chaco et comprend une demi-ellipse irrégulière mesurant 544 pieds sur 314. Une cour intérieure est coupée en deux parties à peu près égales par quatre estufas. Deux ailes sont plantées perpendiculairement au bâtiment principal. L'aile gauche est divisée en trois rangées de chambres parallèles de 12 à 20 pieds de longueur sur 12 à 15 de largeur, plus grandes par

(1) *Commerce des Prairies*. T. I, p. 284. New-York, 1844.
(2) *Report Secretary of War*, 31st *Congress*, 1st *Session*. — Jackson, *Ruins of Chaco Cañon examined in 1877*.

conséquent que celles des Cliff Houses. Les murs extérieurs sont en ruine ; mais les murs de refend, assez bien conservés, atteignent encore le deuxième étage. Cette aile se continue en quart de cercle, et bien que toute cette partie ait beaucoup souffert des hommes et du temps, on peut encore y reconnaître cinq rangées de cellules et neuf cellules à chaque rangée. Mentionnons aussi trois estufas à moitié en sous-sol placés en avant des bâtiments.

A l'aile droite, les murs sont mieux conservés ; sur certains points, ils ont encore 30 pieds de hauteur, et on a constaté jusqu'à quatre étages différents disposés en retrait. C'est là un système de construction que l'on retrouve chez bien des peuples primitifs ; les magnifiques découvertes de M. de Sarzec le font connaître en Chaldée, par exemple. Cette partie des bâtiments a paru aux explorateurs plus récente. Quelques-unes des poutres du plancher sont encore en place et font bien connaître les aménagements.

Il a été impossible, à raison de l'état d'une grande partie des ruines, de savoir le nombre total des chambres du pueblo. Dans le pueblo Pintado, on en compte cent cinquante ; tout permet de croire qu'elles étaient plus nombreuses au pueblo Bonito.

Ni les murs intérieurs, ni les murs extérieurs n'offrent de traces d'escalier. Il est probable que les habitants, selon le mode en usage dans les pueblos actuellement habités, communiquaient entre eux au moyen d'échelles par les terrasses qui formaient les toits. Les fenêtres sont d'une extrême petitesse. Les linteaux sont des pièces de bois de cèdre ou de sapin à peine équarris et simplement placés les uns à côté des autres. Les planchers devaient être en bois ; il ont été enlevés et brûlés par les soldats, pour entretenir leurs feux de bivouac.

Les murs du côté est sont assez bien conservés et s'élèvent à la hauteur du deuxième étage. Deux estufas, les plus considérables du pueblo, se dressent en avant des

murs. Leur diamètre dépasse 50 pieds ; ils étaient noyés dans un massif de maçonnerie. Plus loin, des amas de décombres indiquent l'emplacement d'anciennes constructions dont il est difficile de dire actuellement la destination.

La maçonnerie est remarquable par le soin et la précision apportés à son exécution ; elle contraste avantageusement avec celle que nous voyons aujourd'hui chez les Indiens sédentaires. On choisissait toujours les pierres les plus grosses pour encadrer les ouvertures et on les dressait avec la plus grande régularité. Cette régularité, cependant, ne se retrouve pas dans toutes les parties du pueblo Bonito, et les diverses constructions datent évidemment d'époques différentes. Sur plusieurs points, des rondins de bois variant de 3 à 4 pouces de diamètre sont noyés dans la maçonnerie. Les uns sont placés verticalement, les plus gros toujours horizontalement. Nous trouvons les mêmes dispositions dans les îles de la Grèce, exposées comme les États du Far-West aux désastreux effets des tremblements de terre (1). Il est intéressant de voir des conceptions semblables naître spontanément chez des hommes séparés par d'incalculables distances et sans communication possible entre eux.

Il faut noter aussi le grand nombre d'estufas qui se rencontrent parmi ces ruines. M. Jackson en a compté jusqu'à 21. Ils sont remarquables par la solidité de leur construction. On ne voit aucune ouverture latérale, et il est probable que l'on pénétrait dans l'intérieur par une ouverture ménagée dans la voûte. C'est là une disposition qui se retrouve dans nombre d'autres pueblos.

On connaît aujourd'hui dans le Nouveau-Mexique de nombreux pueblos, le pueblo Una Vida, le pueblo Pintado, le pueblo Wêge-ji, le pueblo Peñasca Blanca, le plus important de tous après le pueblo Bonito ; le pueblo de

(1) Nadaillac, *Les Premiers hommes et les temps préhistoriques*, t. I, p. 414.

l'Arroyo, où l'on peut encore constater l'existence de trois étages et celle de planchers formés de branches entrelacées et chargées de terre battue. La description de ces pueblos nous entraînerait à une inutile et constante répétition. C'est partout le même genre de constructions régulières, de murs tantôt en pierres, tantôt en adobes, d'estufas s'élevant au-dessus des autres bâtiments. C'est partout aussi la même absence de portes et la même exiguïté dans les ouvertures pouvant tenir lieu de fenêtres.

Nous remarquerons seulement le pueblo Alto, situé, comme les Cliff Houses, au sommet d'une colline élevée. On y accède par un escalier de 28 marches grossièrement taillées dans le roc ; à droite et à gauche, on distingue des trous destinés sans doute à faciliter l'ascension. En arrivant à la mesa, on se trouve en présence d'une construction offrant tous les caractères d'une haute antiquité, antérieure probablement aux pueblos que nous venons de raconter, et abandonnée comme eux depuis un temps que nul ne peut dire. L'explorateur est bien récompensé des fatigues de l'ascension. A ses pieds, les ruines qui couvrent le Cañon Chaco surgissent de toutes parts ; plus loin, s'étend un horizon immense : au nord, le bassin du San Juan et la chaîne de la Plata ; à l'est, la Sierra Tunecha ; au sud, les cimes neigeuses de la Sierra San Mateo ; à l'ouest, les monts Jemez dominés par le Pelado aux glaciers éternels. Tout est changé ; les bouleversements, triste apanage de l'humanité, ont succédé aux bouleversements, les races victorieuses ont remplacé les races vaincues ; la nature seule reste immuable, et l'homme du XIXe siècle jouit du même aspect grandiose qui devait charmer les yeux de l'antique habitant du pueblo Alto.

Au Chetho Kette (1), le général Simpson put examiner une chambre remarquablement conservée. Nous ne pouvons

(1) *Expedition to the Navajo Country*. Barber, AMER. NATURALIST, Sept. 1878.

mieux faire que de lui emprunter la description qu'il donne. Elle montre le progrès qui s'accomplissait dans ces régions d'un abord si difficile ; elle prouve que ces races, dont le nom même est inconnu, savaient construire leurs demeures avec autant d'art que les peuples que nous sommes accoutumés à proclamer les initiateurs de toute civilisation.

« Cette chambre, dit le général Simpson, a 14 pieds de largeur sur 17 1/2 pieds de longueur. On y pénètre par une porte qui mesure 3 1/2 pieds d'élévation. Une autre porte à l'extrémité ouest conduit à une petite pièce attenante de 2 pieds seulement de largeur et dont la hauteur n'a pu être déterminée, à raison de la masse de décombres qui l'obstruaient. Les murs en pierre sont revêtus d'un enduit assez bien conservé. Une niche de 3 pieds 2 pouces de hauteur sur 4 pieds 5 pouces de largeur était pratiquée dans le mur du côté sud ; on suppose qu'elle servait de foyer, mais il n'a été possible de découvrir aucune trace de cheminée ; si donc la supposition est exacte, la fumée devait se répandre dans la chambre. Trois autres niches existaient dans le même mur. Leur usage n'a pu être reconnu. Le plafond était soutenu par deux poutres maîtresses sur lesquelles on avait posé transversalement un certain nombre de poutrelles rattachées entre elles par des filaments ligneux. Sur cette assise, on avait placé des lattes qui présentent l'odeur et l'apparence du bois de cèdre. »

M. Jackson, qui visita ces ruines 28 ans après le général Simpson, ne retrouva plus cette chambre située au nord-ouest de la construction (1); mais il en cite d'autres non moins curieuses. Il fallait y pénétrer par des trous pratiqués dans la maçonnerie; le premier étage seul possédait une série de petites fenêtres. Les murs du pueblo mesuraient 935 pieds de longueur sur 40 environ de hauteur.

(1) *L. c.*, p. 439.

Selon un calcul de M. Jackson, ils représentent 315 000 pieds cubes de maçonnerie. Si l'on songe que les pierres avaient dû être amenées de loin, équarries et cimentées ; si l'on ajoute les poutres qu'il fallait aussi chercher à des distances considérables, les ouvertures, la toiture probablement en terrasse que l'on devait établir, il est impossible de ne pas conclure à de nombreux ouvriers et à une civilisation déjà avancée.

Les mêmes observations peuvent s'appliquer à un pueblo situé sur les bords de la rivière Las Animas, un des affluents du San Juan, à 60 miles environ du Chaco. Ce pueblo a été visité par l'Honorable L. Morgan et décrit par lui avec une grande exactitude (1). Le bâtiment principal mesure 368 pieds, les bâtiments latéraux 270 pieds de longueur. Ils sont les plus élevés de tous ceux actuellement connus ; ils comptent cinq, peut-être même six étages, et soixante-dix chambres ou cellules à chaque étage. Les murs n'ont jamais moins de 2 pieds et atteignent parfois jusqu'à 3 pieds 6 pouces d'épaisseur. Quelques-unes des chambres communiquaient entre elles par des trappes ; d'autres avaient deux portes et quatre ouvertures latérales admettant l'air et la lumière, luxe presque inconnu chez ces populations.

Ici aussi nous retrouvons les estufas, qui forment comme un lien commun entre des populations dispersées dans ces vastes régions. Il en est deux dans le bâtiment principal, un autre dans une annexe, un quatrième enfin, au diamètre de plus de 63 pieds, au centre d'une cour intérieure.

A l'autre extrémité du Nouveau-Mexique, il existe des ruines non moins intéressantes ; elles présentent, avec celles que nous venons de dire, une telle similitude qu'il est impossible de ne pas les attribuer à la même race et de

(2) *On the Ruins of a Stone Pueblo on the Animas River in New Mexico.* AMERIC. ASS. FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE, St Louis, 1877.

ne pas les dater de la même époque (1). Ces pueblos étaient situés dans la vallée du Rio Pecos, petite rivière qui se jette dans le Rio Grande. M. Bandelier a parcouru toute la vallée, longue de 25 miles, large de 6 à 8, notant avec soin les ruines qu'il rencontrait. Nous conserverons les initiales A et B qu'il donne aux principaux pueblos qu'il a relevés.

Le pueblo B s'élève sur la mesa qui domine le Rio Pecos. Ses fondations reposent sur un rocher siliceux, et les dispositions du bâtiment varient selon les sinuosités ou les aspérités de ce rocher. Il ne comprend ni ailes latérales, ni cour intérieure, et, pour la première fois, nous voyons un pueblo sans estufa. On est parvenu à compter jusqu'à 517 cellules séparées les unes des autres par des murs de refend très minces. Les plus grandes parmi elles mesurent 9 pieds sur 16, les plus petites 7 pieds sur 9. M. Bandelier dit leur élévation de 7 1/2 pieds. Comment un être humain, répéterons-nous encore, pouvait-il vivre dans un pareil réduit (2) ? Comment les familles était-elles groupées ? Il est difficile avec nos connaissances actuelles de répondre avec quelque certitude à ces interrogations.

On distingue dans la maçonnerie des modes de construction fort différents. Certaines assises sont en grès schisteux de couleur tantôt grise, tantôt rouge, d'autres en un conglomérat fort dur formé de très petits silex. Les plus récentes sont en adobes d'assez grande dimension. Les murs sont revêtus à l'intérieur d'un enduit blanc très soigné, dont la composition ne nous est pas donnée.

(1) Bandelier, *Report on the Ruins of the Pueblo of Pecos.* ARCH. INST. OF AMERICA, 1881.

(2) On peut consulter, outre Bandelier, Castañeda de Nagera, *Relation du voyage de Cibola ;* — Juan Jaravilla, *App.* VI, TERNAUX COMPANS, série I, t. IX; — G. Castaño de la Casa, *Memoria del Descubrimiento que. . hizo en el Nuevo Mexico*, Mexico, 1590; — Emory, *Notes on a Military Reconnaissance from Fort Leavenworth in Missouri to San Diego in California.*

Ils étaient consolidés par des poutres en cèdre ou en sapin noyées dans la maçonnerie et auxquelles on s'était contenté d'enlever l'écorce. D'autres poutres semblables servaient à soutenir le plancher formé de broussailles ou de menu bois recouvert d'une épaisse couche d'argile délayée. On n'a trouvé nulle trace ni de portes ni d'escaliers ; on devait donc communiquer au moyen de trappes et d'échelles. Castañeda, en racontant une des premières expéditions des Espagnols, rapporte que les toits des maisons formaient des terrasses communiquant les unes avec les autres. Tel était sans doute aussi un des modes adoptés aux temps que nous cherchons à décrire, tel il existe encore aujourd'hui dans les pueblos habités par les Zunis et les Moquis.

Dans une des chambres, on a recueilli des cendres et des fragments de charbon, seul indice d'un foyer. Il a été impossible de connaître le mode employé pour laisser échapper la fumée. Peut-être les habitants des pueblos se laissaient-ils enfumer, comme tant de sauvages actuels. Peut-être aussi faut-il plus probablement attribuer notre ignorance à l'état de destruction des bâtiments (1).

Le pueblo A, au nord du pueblo B, comprend plusieurs habitations de hauteur différente (2), entourant une petite cour. Leur périmètre est de 1190 pieds, et on a reconnu jusqu'à 585 chambres. La construction est semblable à celle des autres pueblos. On ne voit ni porte, ni fenêtre, ni escalier, ni foyer, et trois estufas assez petits rappellent les usages habituels de ces populations.

J'ai dit que certains pueblos étaient encore habités lors de la venue des Conquistadores. Castañeda est très explicite à cet égard. Ce mode d'habitation s'est conservé jus-

(1) Simpson, *Fire Place and Smoke Escape at the Pueblo of Santo Domingo.*

(2) Un de ces bâtiments comptait cinq étages, un autre deux, celui du sud quatre. Bandelier, *l. c.*, p. 78.

qu'à nous, et Victor Mindeleff (1), qui a parcouru pendant plusieurs années les provinces de Tusayan et de Cibola (Arizona), nous apporte des renseignements qu'il est utile de reproduire, car le présent nous sert à mieux connaître le passé.

Un pueblo, nous dit Mindeleff, est formé de maisons, quelquefois à plusieurs étages, adossées les unes aux autres et présentant une masse tantôt carrée, tantôt rectangulaire, plus souvent encore d'une forme irrégulière, construite sans plan préconçu et s'accroissant sans cesse avec le nombre ou les besoins des habitants.

Celui qui se marie ou qui veut simplement augmenter sa demeure convie ses parents et ses amis à l'aider. Au jour indiqué, tous se rendent à la forêt voisine. On choisit les arbres ; ceux qui ont de 6 à 8 pouces de diamètre obtiennent la préférence ; on les abat, on enlève l'écorce et on les conduit à force de bras au pueblo. Puis on ramasse les pierres ou, si la pierre est rare, on fabrique des adobes avec de l'argile mélangée de brins de paille, pour lui donner de la consistance. Quand les matériaux sont préparés, le propriétaire, si ce nom peut lui être donné, trace l'enceinte où doit s'élever la demeure. Le chef du pueblo arrive ; on lui présente en grande cérémonie quatre plumes d'aigle auxquelles il doit attacher un fil de coton en adressant certaines prières au soleil *(Másauwu)* pour la prospérité de la famille et de la maison. Ces plumes sont piquées aux quatre points cardinaux. Le maître fait ensuite le tour de l'emplacement, en semant à la volée des grains de piki et de tabac et en chantant le *Kitdauwi,* le chant de la maison, consacré par une longue tradition, mais dont les Indiens ne comprennent aujourd'hui ni la mystérieuse signification, ni même les paroles.

(1) *A Study of Pueblo Architecture. Tusayan and Cibola.* EIGHTH ANNUAL REPORT OF THE BUREAU OF ETHNOLOGY. — M. Hoffman annonçait en 1883, à la Société d'anthropologie de Paris, la découverte dans le Chihuahua de demeures semblables à celles du Rio San Juan encore habitées par les Indiens.

Le travail commence. Les femmes sont chargées d'élever les murs ; elles disposent les pierres ou les adobes, brisent celles qui projettent, bouchent avec soin les interstices, les revêtent d'un enduit d'argile, et blanchissent la face intérieure avec de la chaux ou du gypse. Les hommes n'interviennent que pour poser les pièces de bois. Ces pièces forment le toit, elles sont placées à plat et recouvertes de joncs, de roseaux et d'une épaisse couche de terre vigoureusement foulée.

C'est par ces terrasses, qui ressemblent singulièrement aux terrasses des maisons arabes ou syriennes, que les habitants communiquent entre eux. C'est même le seul moyen à leur disposition. Le rez-de-chaussée ne présente aucune ouverture et, aux étages supérieurs, quelques fenêtres petites et étroites donnent seules un peu d'air et de lumière à ces misérables demeures (1).

Le mode d'accès habituel est au moyen d'échelles (2) ; en cas de danger, on les enlève rapidement, et le pueblo devient imprenable. Dans les constructions plus récentes, on ménage à l'extérieur quelques dalles grossièrement superposées à des distances irrégulières pour assurer l'ascension. C'est le signe d'une sécurité plus assurée.

Les chambres, comme toutes celles que nous avons décrites, sont petites ; elles mesurent rarement plus de douze pieds carrés. Le sol est en terre battue ; tantôt dans un coin, tantôt au milieu de la pièce, quelques pierres

(1) Les pluies dans ces régions durent peu ; mais pendant qu'elles durent, elles sont d'une extrême violence. Il faut donc nécessairement pour les toits plats que nous venons de dire un mode de drainage. Chez les Zunis, il est des plus simples : une pierre plate, un tronc d'arbre évidé, adaptés à un trou percé dans la terrasse suffisent.

(2) Ces échelles sont souvent des plus primitives : une poutre avec des encoches en tient lieu. M. Pantukhov dit que les habitations modernes du Caucase quelquefois à deux étages n'ont pas d'escalier ; l'accès de l'étage supérieur n'est possible qu'avec une échelle ou un poteau portant des entailles (*Cavernes et habitations modernes du Caucase*, Tiflis 1896). Ici encore nous notons cette ressemblance.

plates forment le foyer qui communique à un trou dans la terrasse par où la fumée peut s'échapper (1).

La maison est enfin terminée, la famille s'y établit avec son misérable mobilier. Sur des perches transversales sont suspendus les vêtements et les couvertures qui servent de lit ; dans un coin, des auges en pierre, des métates avec leurs pilons en basalte sont destinés à préparer la nourriture. La poterie rouge, noire ou blanche est abondante ; tout autour du pueblo on voit des amoncellements considérables de fragments ; ils attestent à la fois le chiffre élevé de la population et la longue durée de l'habitation.

Les estufas ou kiwas dominent les villages actuels, comme ils dominaient ceux qui datent de temps plus éloignés. Ils sont les temples, les lieux d'assemblée pour les hommes du pueblo, quelquefois même les ateliers pour les travaux en commun. Plus souvent encore, ils servent pour les danses sacrées où les danseurs paraissent revêtus de costumes qui rappellent les traditions de la tribu. Certains pueblos possèdent plusieurs kiwas : dans tel village, on en compte jusqu'à quatre ; dans d'autres, ils sont plus nombreux encore. Il en est qui appartiennent à la gens, à la tribu entière, d'autres à des groupes ou même à des sociétés secrètes qui jouent un grand rôle dans le pays. C'est aussi dans les kiwas que l'on conserve le *tiponi* (2), un de leurs principaux fétiches.

Les estufas sont presque toujours détachés du groupe central. On reconnaît les plus anciens à leur forme circulaire, tous à leurs dimensions supérieures à celles des demeures ordinaires. Ils doivent être partiellement au moins souterrains, en mémoire de la première habitation

(1) On adapte aujourd'hui à ces foyers quelques tuyaux en poterie. Ce sont les Espagnols qui ont appris aux Indiens cet essai de cheminée.

(2) Le *tiponi*, auquel on donne aussi le nom d'*iso* (grand'mère), est un morceau de bois de 18 pouces environ de longueur disposé sur un pied et couvert de plumes. On le porte dans certaines cérémonies religieuses. Les habitants actuels ne savent ni l'idée qui s'attache à cette superstition transmise par les vieux ancêtres, ni l'époque à laquelle elle remonte.

que les Indiens attribuent à leurs ancêtres. Souvent même, quand les Tusayans ne parviennent pas avec leurs misérables outils à percer le roc très dur qui forme le sous-sol, voulant rester fidèles à leur tradition, ils établissent les kiwas dans des fissures de rocher dont ils masquent ensuite l'entrée par des murs en maçonnerie. On y pénètre par des échelles et par des trappes recouvertes à l'intérieur de nattes en roseaux. Le sol est ordinairement revêtu de larges dalles ; au centre, on ménage une excavation pour placer une poutre, le *sipapuh* spécialement consacré à leurs dieux. Le *sipapuh* doit porter un trou autrefois rond, souvent aujourd'hui carré, mais toujours fermé par une cheville en souvenir du trou par lequel, selon leur légende, les vieux ancêtres des Indiens sortirent des profondeurs de la terre.

Le Kiwa-Mungwi, le chef du kiwa, est tenu d'observer lors de l'érection d'un kiwa des cérémonies analogues à celles que nous avons dites pour l'érection d'une maison. Elles sont toujours accompagnées de chants et de danses spéciales (1).

J'ai tenu à raconter avec quelques détails tout ce que nous savons des pueblos modernes. Leur ressemblance avec ceux antérieurs à l'invasion espagnole que Castañeda fait connaître et qui, selon toute apparence, dataient déjà à cette époque de plusieurs siècles, est trop complète pour que nous hésitions à les attribuer à la même race et

(1) La plus célèbre de ces danses est la *cachina*, à laquelle un étranger obtient difficilement la permission d'assister. Les danseurs ont des costumes qui ne servent que pour cette occasion. Le Kiwa-Mungwi porte une tunique bleue et sur sa tête une touffe de plumes d'aigle teintes en jaune. Les hommes ont un simple pagne retenu par une ceinture rouge et verte à laquelle pend une queue de renard. Il est sévèrement interdit aux femmes de se mêler à ces danses; elles sont remplacées par des jeunes gens qui revêtent une longue robe bleue, un manteau blanc surchargé d'ornements et de grandes perruques noires. La danse noble et grave est accompagnée d'un chant rythmique fort monotone. La musique consiste en tambours très primitifs formés d'une olla recouverte d'une peau de bouc et en gourdes remplies de cailloux que les danseurs ne cessent d'agiter en cadence.

à regarder les Indiens actuels comme les descendants de ceux dont nous avons décrit les demeures, pueblos sur la mesa et dans les vallées, Cliff Houses au sommet des rochers.

Nous pourrions pousser plus loin la comparaison et trouver quelque analogie dans leur genre de vie et dans leur organisation sociale. Cette habitation en commun, ces cellules toujours exactement semblables, l'absence de toute demeure plus apparente ont permis de supposer que les anciens habitants du pays vivaient sous un régime collectiviste et égalitaire (1). Ils étaient agriculteurs : toute population sédentaire cultive forcément la terre, qui seule peut assurer sa subsistance. On a d'ailleurs reconnu, autour de nombreux pueblos, des champs anciennement cultivés, des *acequias* ou grands canaux, des *zanjas*, simples fossés d'irrigation. C'était là la *huerta del pueblo*, le jardin cultivé par le travail de tous. La terre était sans doute soumise au régime qui existait au Mexique et au Pérou : propriété commune, elle était chaque année partagée entre les diverses familles de la tribu qui étaient probablement unies entre elles par les liens d'une étroite parenté. Mais chaque famille restait maîtresse des produits de son travail ; elle récoltait les grains qu'elle avait semés, les fruits qu'elle avait plantés. Selon Mariano Ruiz, ce mode existait encore de son temps chez les Pecos ; il a duré jusqu'à l'extinction de la tribu, et pour citer ses propres paroles : « Las tierras son del pueblo, pero cada uno puede vender sus cosechas. »

L'organisation du peuple des pueblos, comme celle de tous les Indiens, est extrêmement simple. Ils se divisent en phratries ou gentes obéissant à un chef presque toujours héréditaire, mais dont le droit doit être consacré par l'élection populaire. Ces phratries sont divisées en sous-

(1) Bandelier, *l. c.*, pp. 54, 60, 89 et suiv. — Force, *Cong. des Améric.*, Luxembourg 1877, p. 16.

gentes dont le nom est tiré de toutes les parties du végétal ou de l'animal dont elles portent le nom. Ainsi les sous-gentes de la phratrie du blé prendront leur nom de la racine, de la tige, de l'épi, de la fleur.

Les Cliff Dwellers et les vieux habitants des pueblos devaient avoir une organisation sociale qui, sur bien des points, se rapprochait de celle que nous venons de dire.

Dans ces pueblos aujourd'hui en ruine, dans la disparition des populations, dans l'abandon de la culture, on voit le résultat du triste régime qui pesait sur eux. Il détruit tout effort individuel, il enlève à l'homme tout mobile, tout stimulant, toute espérance. Cet homme est condamné dès sa naissance à croupir dans le marasme et à léguer à ses enfants le même triste héritage. Ce n'est assurément pas pour cela que la vie nous est donnée. Malheur aux peuples qui poursuivent ces météores irréalisables de l'égale répartition des richesses et des jouissances matérielles qu'elles apportent, qui les veulent comme l'unique but de leurs efforts, comme l'unique souci de leur existence : la barbarie, une barbarie sans espérance de relèvement est là qui les attend ; l'étude même la plus superficielle des populations disparues le montre clairement.

## V.

Si les ruines de leurs habitations attestent l'existence des populations du Far-West, il est possible de compléter nos connaissances par d'autres recherches. Nous avons mentionné à plusieurs reprises les amoncellements de fragments de poterie qui se trouvent autour des Cliff Houses et des pueblos. La fabrication de la poterie, le tissage de quelques étoffes grossières paraissent avoir été, avec la culture de la terre, l'unique occupation de leurs habitants.

« Tous ceux qui ont visité ces régions, dit Jackson, ont été vivement impressionnés par les débris de poterie semés partout sur leur passage, et cela jusque dans les lieux où l'on ne voit aucune trace d'habitation humaine. La nature de la poterie permet une conservation plus longue que celle des adobes tombés en poussière. »

« C'est par charretées que nous voyons à nos pieds des fragments de poterie peinte, » répète Bandelier. « Les anciennes tribus indiennes qui ont vécu sur les bords du Rio Gila, ajoute Schoolcraft (1), ont attesté leur longue résidence par la profusion de tessons de poterie qu'ils ont laissés après eux. »

M. Holmes est plus explicite encore : selon lui, le nombre des tessons confond l'imagination ; sur une surface de dix pieds carrés mesurée au hasard, il recueillait des fragments se rapportant à 55 vases différents, jarres ou amphores, plats ou bouteilles. Toutes les recherches donnent des résultats analogues ; partout les amoncellements de poteries brisées sont autrement importants que ceux que l'on voit auprès des demeures des Indiens sédentaires. Ils attestent sûrement, répétons-le encore, une population nombreuse et sa longue résidence aux mêmes lieux.

Cette poterie, bien que soumise, sans doute, depuis des siècles à toutes les intempéries des saisons, a subi de faibles détériorations, si même elle en a subi. En général la céramique des Cliff Dwellers est très supérieure à celle des Mound Builders à laquelle on peut la comparer. Putnam ajoute que, comme finesse de pâte et comme travail, elle est non moins supérieure à celle actuellement fabriquée dans le pays (2). Elle était façonnée avec une argile très fine, abondante dans la région ; pour lui donner plus de consistance, on la mélangeait avec des grains

(1) ARCHIVES OF ABORIGINAL KNOWLEDGE, t. III, p. 83.
(2) REPORT PEABODY MUSEUM, 1883.

de sable, des fragments de quartz ou des coquilles pulvérisées au besoin, avec des nodules de terre brûlée et broyée. Elle était fabriquée à la main ; ce furent les Espagnols qui apprirent aux habitants l'usage du tour du potier qui leur était jusqu'alors inconnu. Quelquefois aussi l'ouvrier, après avoir découpé la pâte en minces lanières, les superposait en les lissant avec la main et en leur donnant la forme qu'il désirait obtenir. Une urne trouvée dans l'Utah, sept autres évidemment cinéraires provenant du Rio Chelly permettent de bien se rendre compte de ce mode de fabrication.

Toutes les poteries étaient soumises à un feu vif, et bien que la chaleur n'ait pas été assez intense pour modifier la couleur de l'argile, elles avaient acquis par une cuisson prolongée une dureté qui leur fait rendre, quand on les frappe, un son très clair, presque métallique. C'était avec du bois que le feu était en général entretenu. A Sikyati dans le Tusayan, on a trouvé, sur des emplacements où la poterie avait évidemment été fabriquée, des fragments de lignite et d'anthracite (1). On pourrait citer d'autres exemples. Mais on ne doit pas oublier que le lignite était fréquemment employé par les Zunis pour les ornements qu'ils affectionnaient.

La légèreté était une qualité recherchée ; les faces interne et externe étaient lissées avec soin, et le potier parvenait à donner aux parois, et cela même pour les vases les plus grands (2), une épaisseur dépassant à peine quelques millimètres. Un certain nombre d'entre eux conservent les traces de peinture, en général rouge ou noire ; plusieurs avaient été enduits avec un vernis que la vitrification transformait en un émail brillant comparable à celui de nos produits actuels.

(1) AMERIC. ANTHROPOLOGIST, May 1896.

(2) On peut citer un vase provenant de l'Utah, et appartenant aujourd'hui au Peabody Museum, d'une contenance de 3 gallons (13 litres 72), et un autre trouvé à Epsom Creek, dont la capacité dépasse 10 gallons (45 l. 40).

Ce vernis était de couleur noire, bleue, brune, plus rarement rouge ou blanche. On ignore sa composition; elle devait sans doute varier selon les localités. Nous savons que les Espagnols trouvèrent dans certains pueblos des vases remplis d'un enduit métallique prêt à être employé (1). De nos jours, les habitants du Guatémala se servent d'une gomme résineuse dont ils enduisent leurs poteries en les retirant du feu (2).

On cite à Ojo Caliente (Nouveau-Mexique) un vase couvert d'une poudre de mica ; ce pouvait être encore là un des modes usités.

La décoration est en général exécutée avec précision. Les ornements se détachent soit en relief, soit en couleur différente (3); ils sont noirs par exemple sur un fond rouge ou blanc. Quelques-uns sont de couleur bronze ; nous ne savons par quels procédés cette couleur était obtenue (4). D'autres fois, on trouve des fragments de poterie sur lesquels des lignes croisées, des dessins géométriques étaient tracés, comme nous l'avons vu chez les Mound Builders, soit avec un instrument pointu, soit plus simplement par l'ongle du potier. Quelques vases présentent une ornementation plus compliquée; par une coïncidence curieuse, elle rappelle celle des vases étrusques. Les dessins des poteries de l'Arizona ressemblent aux ornements du temple de Mitla qui, eux aussi, rappellent les vieux peuples de l'Italie, de la Grèce ou de l'Afrique (5). Nous citons ces faits; jusqu'à présent ils ne comportent aucune conclusion sérieuse.

Certaines poteries portent des figures humaines, plus

(1) Castañeda de Nagera, *Relation du voyage de Cibola*. TERNAUX COMPANS, t. IV, 1re série.

(2) Bancroft, *l. c.*, t. I, p. 398.

(3) Ch. Rau, *Indian Pottery*. SMITH. CONT., t. XVI.

(4) Putnam, BUL. OF THE ESSEX INST., 1880.

(5) Barber, *A Comparison of the Pueblo Pottery with Egyptian and Grecian Ceramics*. — Hoffman, *Ethn. Obs. on Indians inhabiting Nevada, California and Arizona*. U. S. GEOL. SURVEY, 1876, p. 454.

souvent encore des représentations d'animaux, le daim, le cerf, la grenouille. On a trouvé aux bords du Gila un fragment sur lequel un artiste inconnu avait gravé une tortue, un autre figurant un singe. Les oiseaux surtout abondent. Si chez les Mound Builders le canard est le modèle préféré, chez les Cliff Dwellers c'est le hibou, l'oiseau cher à Minerve. Dans l'intérieur des cellules des pueblos du Rio Pecos, on a recueilli plusieurs figurines en terre cuite rappelant les idoles mexicaines (1). Nous les citons, car c'est jusqu'à présent le seul fait à ma connaissance qui jette un peu de jour sur le culte des anciens habitants des pueblos (2).

Quelques instruments en silex ou en roches diverses sont avec les poteries les seules épaves de cette vieille civilisation parvenues jusqu'à nous. Les pointes de flèche en silex, en calcédoine, en jaspe, en agate se rencontrent fréquemment en nombre considérable au pied des Cliff Houses, autour des pueblos. Elles sont un témoignage éloquent des luttes où s'usait la vie de ces hommes obligés de défendre leurs foyers contre des ennemis inconnus. Auprès du Rio Mancos, on a trouvé une hache polie absolument semblable à celle de nos pays (3). Elle était cachée sous un tas de maïs, dans le réduit d'un Cliff House. Était-ce une amulette, et devons-nous voir là comme un reflet de la singulière superstition dont la hache a été l'objet dans tous les temps et chez tous les peuples (4)?

Il a été aussi recueilli de nombreuses pierres propres à concasser les grains. Ce sont des pilons dont l'usure atteste le long service, des blocs de basalte portant une cavité naturelle souvent artificiellement agrandie. Nous avons là

(1) Ant. de Espejo, *El viaje que hizo en el año de ochenta y tres.*

(2) Les collections des poteries des pueblos conservées à l'Académie des sciences naturelles de Philadelphie et au Musée de l'U. S. Geological Survey sont très complètes et très remarquables.

(3) Holmes, U. S. GEOL. SURVEY, pl. XLVI.

(4) *Les Premiers hommes et les temps préhistoriques*, t. I, pp. 340 et suiv.

une preuve nouvelle que les Cliff Dwellers étaient essentiellement agricoles et qu'ils se nourrissaient des grains qu'ils avaient semés et recoltés.

Citons encore parmi les objets que l'on croit pouvoir leur attribuer et qui peuvent jeter quelque lumière sur leur genre de vie : une natte en joncs d'une espèce encore très commune sur les rives du Mancos, des cordes tirées des fibres du yucca, des coquilles venant du Pacifique, quelques amulettes en pierre ou en turquoise, quelques grains de collier, puis notre liste sera close. Nous avons dit le nombre très restreint des fouilles effectuées jusqu'ici. Les Utes et les Apaches, qui erraient constamment autour du camp des explorateurs, les rendaient toujours difficiles, souvent dangereuses.

Est-ce à cette raison qu'il faut attribuer l'absence de tout objet en métal, à la seule exception, à ma connaissance du moins, de quelques petits anneaux de cuivre trouvés à Pecos (1) ? Ou devons-nous conclure que les premiers habitants du Far-West ne connaissaient ni le fer, ni le cuivre, ni l'argent ? Les poutres grossièrement équarries des pueblos semblent avoir été travaillées avec des outils en pierre; elles viennent appuyer cette hypothèse. On a cependant quelque peine à l'admettre. Il est difficile de comprendre une population comparativement aussi avancée que pouvaient l'être les Cliff Dwellers, privée de tout métal, et cela alors que les Mound Builders, qui les ont sûrement précédés de plusieurs siècles sur la terre d'Amérique, savaient non seulement utiliser le cuivre, en tirer des armes et des ornements, mais exploitaient même les mines qui le produisaient, celles du lac Supérieur notamment. Une affirmation sérieuse me paraît donc impossible, et il faut demander au temps et à des fouilles nombreuses et scientifiquement conduites la solution du problème.

(1) « The implements and ornaments are not numerous, include no articles of any metal whatever and do not differ materially from articles now in use among the Pueblo Indians. » Bancroft, *l. c.*, t. IV, p. 677.

.ı, et, selon toutes les probabilités, ce crâne
raîné par les eaux. Malgré cette incertitude,
généralement d'accord pour le rattacher aux
ers. Il appartenait à une jeune femme; les
olaires n'avaient pas encore paru. Il est asymé-
front est bas, les orbites ovales et peu proémi-
caractère le plus important est l'aplatissement
ble de la partie postérieure de la tête. Cet
ment est non moins marqué sur les pariétaux et
ment sur le pariétal gauche. Le crâne était
t rempli de sable agglutiné qu'il aurait fallu le
pour obtenir des mesures exactes. La capacité
me est donc restée indéterminée.

s devons au Dr Bessels (1) une description de plu-
crânes qui peuvent être attribués à ces mêmes
tions. Deux d'entre eux viennent d'un ancien cime-
du Nouveau-Mexique. Chaque tombe était entourée
erres levées disposées tantôt en cercle, tantôt en
ngle. Auprès des corps étaient déposés de nombreux
ns de poterie. Un des crânes attribué à un homme
sente, comme celui de la jeune femme du Cañon Chaco,
aplatissement très marqué du pariétal gauche, un
atissement moins prononcé du pariétal droit. Les
oites sont proéminentes, les mâchoires massives, les
nts, principalement les incisives, légèrement usées. Le
ont ne se distingue par aucun caractère particulier, et la
apacité crânienne est de 1325 c. c.

Le second crâne est celui d'une femme de 17 ans
environ. On constate le même aplatissement que sur le
crâne masculin, seulement sur celui-ci il est plus prononcé
sur le pariétal gauche, et sur le crâne féminin, sur le
pariétal droit.

Bessels décrit aussi un crâne provenant de l'explo-

(1) *The Human Remains found amongst the Ancient Ruins of S. W. Colorado and N. New Mexico.*

ration. Hovelweep : il est court, large, relativement élevé ; il surmonte une face massive et présente une remarquable ressemblance avec ceux des pueblos, du Cañon Chaco, ou des Mound Builders du Scioto (1). Quelque temps auparavant, le docteur, assistant à l'arrivée d'objets divers recueillis sous les mounds du Tennessee et destinés au Smithsonian Institution, avait remarqué deux crânes qui le frappèrent par leur ressemblance avec ceux provenant du Nouveau-Mexique (2). Ce sont là des observations à retenir ; elles faciliteront peut-être la tâche de ceux qui nous succéderont.

Les observations plus récentes de Ten Kate, celles de Lumholtz (3), qui a constaté la complète ressemblance des Cliff Dwellers et des Moquis, dont les six pueblos qui existent encore sont répartis dans la région de Tusayan (Arizona), conduisent à la même conclusion.

Les analogies crâniennes entre les Mound Builders et les habitants de l'Anahuac ne sont pas moins frappantes (4). Quatre crânes provenant de Mexico, d'Otumba et de Tacuba reproduisent exactement le même type. Ceux trouvés à Santiago-Tlatelocoli laissent moins de doute encore. Chez tous, nous voyons l'aplatissement de l'occiput, le front fuyant, les os massifs si communs chez les Mound Builders et plus particulièrement chez ceux qui habitaient les rives de l'Ohio et du Mississipi.

Nous ne nous étendrons pas sur les autres crânes attribués aux Cliff Dwellers. Sur tous, on reconnaît cette dépression caractéristique tantôt plus marquée à droite, tantôt plus marquée à gauche. Elle est incontestablement artificielle et nous la voyons déjà très prononcée sur le crâne

(1) Hamy, BUL. SOC. GÉOG., 15 mai 1891.

(2) *Congrès des Américanistes*, Luxembourg, 1877.

(3) Nous ne mentionnons pas les récits de Schwatka qui avaient un instant attiré l'attention publique. Lumholtz a montré toute leur exagération et toute leur inexactitude. *Congrès de Chicago*, p. 100.

(4) Morton, *Crania americana*, pl. XIX-XXXI. — Quatrefages et Hamy, *Crania ethnica*, pp. 465-466.

d'un enfant de dix ans, dont la mâchoire témoigne aussi d'une tendance au prognathisme.

MM. de Quatrefages et Hamy, en discutant autrefois ces découvertes, ajoutaient que nul doute ne peut exister sur l'identité ethnique des Mound Builders et des Cliff Dwellers, et aucune découverte ultérieure n'est venue modifier ces conclusions qui s'appliquent également aux constructeurs des Casas Grandes dont notre Muséum possède un crâne (1).

Mais si les caractères ethniques des races qui ont peuplé une partie du centre de l'Amérique se rencontrent ainsi jusque dans les régions où l'archéologie ne peut relever leurs traces, leurs types ne s'observent guère, nous disent les savants auteurs des *Crania ethnica*, dans les pays qu'ils ont peuplés. C'est à peine si, parmi les crânes des Indiens modernes conservés dans les diverses collections, il s'en rencontre quelques-uns qui se rapprochent de ceux dont nous venons de parler. Ce qui peut aussi ressortir de ce fait, c'est la rapidité des modifications anatomiques, d'un ordre secondaire si l'on veut, par suite leur peu d'importance pour fixer avec quelque assurance les caractères d'une race, et surtout pour poursuivre avec succès le développement de cette race à travers les générations.

Nous ne saurions terminer ce qui concerne les ossements humains retrouvés soit auprès des Cliff Houses, soit autour des pueblos, sans ajouter que leur examen a révélé de nombreuses lésions pathologiques. Les dents notamment étaient cariées dès la première jeunesse (2). Le Dr G. Maclean, en étudiant un certain nombre de crânes

(1) *Crania ethnica*, p. 465.

(2) Whitney, *Notes on the Anomalies, Injuries and Diseases of the Bones of the Native Races of North America.* REPORT PEABODY MUSEUM, 1885. « Leurs dents, dit Putnam, (p. 436), sont en général irrégulièrement plantées et portent des traces nombreuses de carie et d'abcès alvéolaires très graves. »

simplement ce que l'état actuel de nos connaissances permet de savoir, mais nos conclusions ne seront ni bien précises, ni bien assurées.

Les légendes des Indiens, malgré nos réserves, méritent d'être rappelées (1). Elles varient singulièrement entre elles ; mais elles s'accordent sur un point important : toutes rejettent le lieu actuel de leur séjour comme leur patrie primitive (2). Les unes la rapportent plus au nord, les autres, comme les habitants du Tusayan, plus au sud. Là ils vivaient, racontent-ils, dans les profondeurs de la terre, en proie aux plus cruelles souffrances ; un Dieu touché de leur misère leur fit présent d'une petite graine d'où sortit un bambou gigantesque, qui leur permit de s'élever à une assise supérieure où ils virent, pour la première fois, la lumière et quelques essais de végétation. Une ascension nouvelle les mena à une zone où vivaient les animaux, une troisième leur permit enfin de s'établir dans les régions qu'ils occupent actuellement. Nous pourrions multiplier de semblables récits, ils n'aident guère à la solution du problème des Indiens.

Nous regardons les Cliff Dwellers et les habitants des ›ueblos comme appartenant à la même race. Au point de ue archéologique, le doute n'est guère possible. Leurs abitations, qu'elles soient en adobes ou en pierres, sont ırtout semblables par leur mode de construction, par ır régularité. Les chambres sont exiguës ; les ouvertures, où elles existent, basses et étroites. L'absence d'esca-·s, les trappes communiquant d'un étage à l'autre, les ·asses permettant le libre accès des voisins, indiquent ie en commun. Chez tous nous voyons, et c'est là le le plus saillant, les estufas, lieux de réunion à la fois ·ieux et profanes. Les uns et les autres cultivaient la

Mindeleff, *A Study of Pueblo Architecture.*

ı folklore célèbre chez les Zunis, *Le Chasseur de daims et les ·es*, conserve le souvenir de ces migrations et de l'arrivée des Zunis vallée qu'ils habitent encore aujourd'hui.

terre, fabriquaient une poterie semblable par ses formes et par son ornementation, ils se servaient des mêmes pointes de flèche, des mêmes outils en silex; ils ignoraient l'usage des métaux, même celui du cuivre. Le Dr Hamy (1) les place avec raison dans le même groupe ethnique, et M. Lumholz fait ressortir la similitude qui existe entre les Cliff Dwellers de la Sierra Madre et les Moquis des six pueblos, encore habités, répartis dans le Tusayan. Telle est aussi l'opinion du Dr Brinton, un des hommes les plus compétents sur la question (2). Les constructeurs des Cliff Houses et des pueblos, nous dit-il, sont les ancêtres de ceux qui les occupent aujourd'hui.

A ce même point de vue archéologique, ces populations différaient complètement des Mound Builders de l'Ohio et du Mississipi, et il est difficile d'accepter l'opinion de M. Barber, qui représente les anciens habitants des pueblos comme une branche progressive se rattachant à la même race que les Mound Builders et formant un trait d'union entre ces derniers et les Nahuas du Mexique. Rien chez eux ne rappelle ces pyramides tronquées, ces tertres imitant les animaux, voire même les hommes, ces amoncellements de terre qui excitent notre étonnement, encore moins les temples, les palais, les édifices souvent remarquables dus aux Aztecs, aux Mayas, aux Yucatecs avec qui on prétend les identifier (3). Aucune tradition connue, aucun souvenir religieux ou historique ne leur sont communs. Il n'est pas jusqu'à l'absence de la pipe trouvée en si grande abondance sous les mounds qui ne doive être prise en sérieuse considération.

Qu'ont de commun, demande M. A. Gatschet (4), les

(1) BUL. SOC. DE GÉOGRAPHIE, 15 mai 1891.

(2) *American Race*, p. 115.

(3) Nous aurions déjà dû dire que les constructions toutes connues sous le nom de *Casas Grandes*, qui leur a été donné par les Espagnols, n'ont aucun rapport avec les constructions mexicaines ou yucatèques. Ces Casas Grandes sont répandues dans le Nouveau-Mexique et l'Arizona.

(4) *Indian Languages of the Pacific States and Territories and of the Pueblos of New Mexico.* MAGAZINE OF AMERICAN HISTORY, April 1882.

Aztecs et les Indiens pueblos du Nouveau-Mexique ? Ils étaient les uns et les autres agriculteurs, et ils vivaient dans des maisons construites d'argile ou de pierre ; voilà tout. Ce sont là des traits qui se rencontrent chez tous les peuples et dans toutes les régions. Mais ils diffèrent par la race, ils diffèrent par la langue (1), ils diffèrent par les caractères secondaires qui leur sont personnels et qui ont aussi leur importance. L'outillage, les mœurs, les lois, le gouvernement, tels du moins que nous pouvons les connaître, ne présentent pas les mêmes conditions. Les langues du Nouveau-Mexique, auxquelles M. Gatschet attribue une importance peut-être exagérée, prouvent que le peuple qui les parle se subdivise en trois races distinctes, en quatre même, si l'on compte les Moquis de l'Arizona. Les Aztecs ne peuvent être rattachés à aucune de ces races.

Coronado (2) qui, au cours du XVI^e siècle, visita ces régions, ne signale aucun rapport entre les Mexicains et les habitants du Nouveau-Mexique. Le Père Escalante, qui parcourut le pays en 1776, décrit des ruines inconnues, des pueblos actuellement en poussière (3). Rien dans son récit ne justifie ce que l'on a appelé, de l'autre côté de l'Atlantique, la *théorie aztèque*.

Le D^r Hamy disait déjà en 1881 (4) : « J'ai toujours considéré pour ma part les pueblos, dont j'avais déjà eu sous les yeux quelques photographies, aussi bien que leurs

(1) « M. Gatschet montre que les particularités relevées chez les pueblos du Rio Grande n'existent pas dans la langue aztèque, que les affinités du kera sont nulles avec les dialectes nahuatl, et que le zuni et le moqui ne sont pas moins éloignés du groupe mexicain. » REV. D'ETHN., t. I, 1882, p. 442.

(2) Vasquez de Coronado, gouverneur de la Nouvelle-Galice en 1540, pénétra probablement jusqu'à l'Arkansas, peut-être même jusqu'au Rio de la Plata. Son expédition a été publiée dans le t. III de *Terza edizione delle navigazioni e viaggi raccolti già da G. B. Ramusio. — Coronado's March in Search of the Seven Cities of Cibola.* REP. SMITH. INST., 1869.

(3) Dom. Escalante, *Diario y Derroterro de Santa Fe a Monterey*, 1776. DOC. HIST. MEX., 2^e S., t. I. — M. Short a compulsé un autre ms. d'Escalante conservé à Washington dans la bibliothèque du Congrès. Il confirme le récit que nous donnons.

(4) REV. D'ETHN., *l. c.*, p. 443.

souvent encore des représentations d'animaux, le daim, le cerf, la grenouille. On a trouvé aux bords du Gila un fragment sur lequel un artiste inconnu avait gravé une tortue, un autre figurant un singe. Les oiseaux surtout abondent. Si chez les Mound Builders le canard est le modèle préféré, chez les Cliff Dwellers c'est le hibou, l'oiseau cher à Minerve. Dans l'intérieur des cellules des pueblos du Rio Pecos, on a recueilli plusieurs figurines en terre cuite rappelant les idoles mexicaines (1). Nous les citons, car c'est jusqu'à présent le seul fait à ma connaissance qui jette un peu de jour sur le culte des anciens habitants des pueblos (2).

Quelques instruments en silex ou en roches diverses sont avec les poteries les seules épaves de cette vieille civilisation parvenues jusqu'à nous. Les pointes de flèche en silex, en calcédoine, en jaspe, en agate se rencontrent fréquemment en nombre considérable au pied des Cliff Houses, autour des pueblos. Elles sont un témoignage éloquent des luttes où s'usait la vie de ces hommes obligés de défendre leurs foyers contre des ennemis inconnus. Auprès du Rio Mancos, on a trouvé une hache polie absolument semblable à celle de nos pays (3). Elle était cachée sous un tas de maïs, dans le réduit d'un Cliff House. Était-ce une amulette, et devons-nous voir là comme un reflet de la singulière superstition dont la hache a été l'objet dans tous les temps et chez tous les peuples (4)?

Il a été aussi recueilli de nombreuses pierres propres à concasser les grains. Ce sont des pilons dont l'usure atteste le long service, des blocs de basalte portant une cavité naturelle souvent artificiellement agrandie. Nous avons là

(1) Ant. de Espejo, *El viaje que hizo en el año de ochenta y tres.*

(2) Les collections des poteries des pueblos conservées à l'Académie des sciences naturelles de Philadelphie et au Musée de l'U. S. Geological Survey sont très complètes et très remarquables.

(3) Holmes, U. S. GEOL. SURVEY, pl. XLVI.

(4) *Les Premiers hommes et les temps préhistoriques*, t. I, pp. 340 et suiv.

une preuve nouvelle que les Cliff Dwellers étaient essentiellement agricoles et qu'ils se nourrissaient des grains qu'ils avaient semés et recoltés.

Citons encore parmi les objets que l'on croit pouvoir leur attribuer et qui peuvent jeter quelque lumière sur leur genre de vie : une natte en joncs d'une espèce encore très commune sur les rives du Mancos, des cordes tirées des fibres du yucca, des coquilles venant du Pacifique, quelques amulettes en pierre ou en turquoise, quelques grains de collier, puis notre liste sera close. Nous avons dit le nombre très restreint des fouilles effectuées jusqu'ici. Les Utes et les Apaches, qui erraient constamment autour du camp des explorateurs, les rendaient toujours difficiles, souvent dangereuses.

Est-ce à cette raison qu'il faut attribuer l'absence de tout objet en métal, à la seule exception, à ma connaissance du moins, de quelques petits anneaux de cuivre trouvés à Pecos (1) ? Ou devons-nous conclure que les premiers habitants du Far-West ne connaissaient ni le fer, ni le cuivre, ni l'argent ? Les poutres grossièrement équarries des pueblos semblent avoir été travaillées avec des outils en pierre; elles viennent appuyer cette hypothèse. On a cependant quelque peine à l'admettre. Il est difficile de comprendre une population comparativement aussi avancée que pouvaient l'être les Cliff Dwellers, privée de tout métal, et cela alors que les Mound Builders, qui les ont sûrement précédés de plusieurs siècles sur la terre d'Amérique, savaient non seulement utiliser le cuivre, en tirer des armes et des ornements, mais exploitaient même les mines qui le produisaient, celles du lac Supérieur notamment. Une affirmation sérieuse me paraît donc impossible, et il faut demander au temps et à des fouilles nombreuses et scientifiquement conduites la solution du problème.

(1) « The implements and ornaments are not numerous, include no articles of any metal whatever and do not differ materially from articles now in use among the Pueblo Indians. » Bancroft, *l. c.*, t. IV, p. 677.

Cette difficulté actuelle des fouilles a dû naturellement influer sur le nombre d'ossements humains recueillis jusqu'ici. Celles de la Casa Grande de l'Arizona comptent parmi les plus fructueuses. Elles ont donné trois cents squelettes dont un cinquième environ étaient encore complets. La taille est petite, les crânes sont brachycéphales et l'aplatissement occipital très marqué (1). Ce caractère artificiellement obtenu dès l'enfance se retrouve dans toute l'Amérique centrale. La coutume n'était cependant pas générale, car une exploration récente a mis au jour un certain nombre de crânes qui ne présentaient nulle trace de cette déformation. Les cadavres revêtus d'habits et repliés sur eux-mêmes avaient été déposés dans une chambre souterraine mesurant 22 pieds de diamètre (2). Bien que nous croyions utile de mentionner cette découverte, il est difficile, sur les données que nous possédons, de se prononcer sur l'époque où ces hommes vivaient (3), de dire surtout s'ils étaient contemporains des habitants des Cliff Houses ou des pueblos que nous étudions.

On cite un crâne trouvé au Cañon Chaco, à 14 pieds de profondeur, au milieu d'amoncellements de débris de toute sorte (4). Les recherches n'ont produit aucun autre osse-

(1) BUL. SOC. GÉOG., 1888, p. 416.

(2) Mac Loyd and Graham, *Catalogue of Cliff Houses and Cavern Relics*.

(3) M. Mac Carthy a reconnu récemment dans le Cañon Verde (Arizona) une caverne mesurant 7 pieds sur 4 et soigneusement murée. Une momie recouverte d'un manteau était agenouillée sur un coussin d'herbes *(soap weed)*. D'une main elle tenait une hache en pierre, de l'autre un paquet de flèches à pointe de silex. Sa chevelure était brune et fine, très différente de celle des Indiens actuels. L'absence des pommettes saillantes qui caractérisent les Peaux-Rouges est aussi à noter. Dans la grotte, on recueillit une écaille de tortue et un certain nombre de turquoises dont la grosseur varie entre une noisette et un œuf de poule. Cette découverte a besoin de confirmation. On peut cependant la rapprocher d'une exhibition des restes à moitié momifiés d'Indiens de l'Arizona qui vient d'être faite à New-York. AMERIC. ANTHROPOLOGIST, Feb. 1896 ; — NATURE, 1er août 1896.

(4) Hoffman, *Report on the Chaco Cranium*. U. S. GEOL. AND GEOG. SURVEY, Washington, 1878.

ment humain, et, selon toutes les probabilités, ce crâne avait été entraîné par les eaux. Malgré cette incertitude, on est assez généralement d'accord pour le rattacher aux Cliff Dwellers. Il appartenait à une jeune femme; les dernières molaires n'avaient pas encore paru. Il est asymétrique, le front est bas, les orbites ovales et peu proéminentes. Le caractère le plus important est l'aplatissement considérable de la partie postérieure de la tête. Cet aplatissement est non moins marqué sur les pariétaux et spécialement sur le pariétal gauche. Le crâne était tellement rempli de sable agglutiné qu'il aurait fallu le briser pour obtenir des mesures exactes. La capacité crânienne est donc restée indéterminée.

Nous devons au Dr Bessels (1) une description de plusieurs crânes qui peuvent être attribués à ces mêmes populations. Deux d'entre eux viennent d'un ancien cimetière du Nouveau-Mexique. Chaque tombe était entourée de pierres levées disposées tantôt en cercle, tantôt en rectangle. Auprès des corps étaient déposés de nombreux tessons de poterie. Un des crânes attribué à un homme présente, comme celui de la jeune femme du Cañon Chaco, un aplatissement très marqué du pariétal gauche, un aplatissement moins prononcé du pariétal droit. Les orbites sont proéminentes, les mâchoires massives, les dents, principalement les incisives, légèrement usées. Le front ne se distingue par aucun caractère particulier, et la capacité crânienne est de 1325 c. c.

Le second crâne est celui d'une femme de 17 ans environ. On constate le même aplatissement que sur le crâne masculin, seulement sur celui-ci il est plus prononcé sur le pariétal gauche, et sur le crâne féminin, sur le pariétal droit.

Bessels décrit aussi un crâne provenant de l'explo-

(1) *The Human Remains found amongst the Ancient Ruins of S. W. Colorado and N. New Mexico.*

ration Hovenweep ; il est court, large, relativement élevé ; il surmonte une face massive et présente une remarquable ressemblance avec ceux des pueblos, du Cañon Chaco, ou des Mound Builders du Scioto (1). Quelque temps auparavant, le docteur, assistant à l'arrivée d'objets divers recueillis sous les mounds du Tennessee et destinés au Smithsonian Institution, avait remarqué deux crânes qui le frappèrent par leur ressemblance avec ceux provenant du Nouveau-Mexique (2). Ce sont là des observations à retenir ; elles faciliteront peut-être la tâche de ceux qui nous succèderont.

Les observations plus récentes de Ten Kate, celles de Lumholtz (3), qui a constaté la complète ressemblance des Cliff Dwellers et des Moquis, dont les six pueblos qui existent encore sont répartis dans la région de Tusayan (Arizona), conduisent à la même conclusion.

Les analogies crâniennes entre les Mound Builders et les habitants de l'Anahuac ne sont pas moins frappantes (4). Quatre crânes provenant de Mexico, d'Otumba et de Tacuba reproduisent exactement le même type. Ceux trouvés à Santiago-Tlatelocoli laissent moins de doute encore. Chez tous, nous voyons l'aplatissement de l'occiput, le front fuyant, les os massifs si communs chez les Mound Builders et plus particulièrement chez ceux qui habitaient les rives de l'Ohio et du Mississipi.

Nous ne nous étendrons pas sur les autres crânes attribués aux Cliff Dwellers. Sur tous, on reconnaît cette dépression caractéristique tantôt plus marquée à droite, tantôt plus marquée à gauche. Elle est incontestablement artificielle et nous la voyons déjà très prononcée sur le crâne

(1) Hamy, BUL. SOC. GÉOG., 15 mai 1891.

(2) *Congrès des Américanistes*, Luxembourg, 1877.

(3) Nous ne mentionnons pas les récits de Schwatka qui avaient un instant attiré l'attention publique. Lumholtz a montré toute leur exagération et toute leur inexactitude. *Congrès de Chicago*, p. 100.

(4) Morton, *Crania americana*, pl. XIX-XXXI. — Quatrefages et Hamy, *Crania ethnica*, pp. 465-466.

d'un enfant de dix ans, dont la mâchoire témoigne aussi d'une tendance au prognathisme.

MM. de Quatrefages et Hamy, en discutant autrefois ces découvertes, ajoutaient que nul doute ne peut exister sur l'identité ethnique des Mound Builders et des Cliff Dwellers, et aucune découverte ultérieure n'est venue modifier ces conclusions qui s'appliquent également aux constructeurs des Casas Grandes dont notre Muséum possède un crâne (1).

Mais si les caractères ethniques des races qui ont peuplé une partie du centre de l'Amérique se rencontrent ainsi jusque dans les régions où l'archéologie ne peut relever leurs traces, leurs types ne s'observent guère, nous disent les savants auteurs des *Crania ethnica*, dans les pays qu'ils ont peuplés. C'est à peine si, parmi les crânes des Indiens modernes conservés dans les diverses collections, il s'en rencontre quelques-uns qui se rapprochent de ceux dont nous venons de parler. Ce qui peut aussi ressortir de ce fait, c'est la rapidité des modifications anatomiques, d'un ordre secondaire si l'on veut, par suite leur peu d'importance pour fixer avec quelque assurance les caractères d'une race, et surtout pour poursuivre avec succès le développement de cette race à travers les générations.

Nous ne saurions terminer ce qui concerne les ossements humains retrouvés soit auprès des Cliff Houses, soit autour des pueblos, sans ajouter que leur examen a révélé de nombreuses lésions pathologiques. Les dents notamment étaient cariées dès la première jeunesse (2). Le Dr G. Maclean, en étudiant un certain nombre de crânes

(1) *Crania ethnica*, p. 465.

(2) Whitney, *Notes on the Anomalies, Injuries and Diseases of the Bones of the Native Races of North America*. REPORT PEABODY MUSEUM, 1885. « Leurs dents, dit Putnam, (p. 436), sont en général irrégulièrement plantées et portent des traces nombreuses de carie et d'abcès alvéolaires très graves. »

simplement ce que l'état actuel de nos connaissances permet de savoir, mais nos conclusions ne seront ni bien précises, ni bien assurées.

Les légendes des Indiens, malgré nos réserves, méritent d'être rappelées (1). Elles varient singulièrement entre elles ; mais elles s'accordent sur un point important : toutes rejettent le lieu actuel de leur séjour comme leur patrie primitive (2). Les unes la rapportent plus au nord, les autres, comme les habitants du Tusayan, plus au sud. Là ils vivaient, racontent-ils, dans les profondeurs de la terre, en proie aux plus cruelles souffrances ; un Dieu touché de leur misère leur fit présent d'une petite graine d'où sortit un bambou gigantesque, qui leur permit de s'élever à une assise supérieure où ils virent, pour la première fois, la lumière et quelques essais de végétation. Une ascension nouvelle les mena à une zone où vivaient les animaux, une troisième leur permit enfin de s'établir dans les régions qu'ils occupent actuellement. Nous pourrions multiplier de semblables récits, ils n'aident guère à la solution du problème des Indiens.

Nous regardons les Cliff Dwellers et les habitants des pueblos comme appartenant à la même race. Au point de vue archéologique, le doute n'est guère possible. Leurs habitations, qu'elles soient en adobes ou en pierres, sont partout semblables par leur mode de construction, par leur régularité. Les chambres sont exiguës ; les ouvertures, là où elles existent, basses et étroites. L'absence d'escaliers, les trappes communiquant d'un étage à l'autre, les terrasses permettant le libre accès des voisins, indiquent la vie en commun. Chez tous nous voyons, et c'est là le fait le plus saillant, les estufas, lieux de réunion à la fois religieux et profanes. Les uns et les autres cultivaient la

(1) V. Mindeleff, *A Study of Pueblo Architecture.*

(2) Un folklore célèbre chez les Zunis, *Le Chasseur de daims et les Sorcières*, conserve le souvenir de ces migrations et de l'arrivée des Zunis dans la vallée qu'ils habitent encore aujourd'hui.

Aztecs et les Indiens pueblos du Nouveau-Mexique ? Ils étaient les uns et les autres agriculteurs, et ils vivaient dans des maisons construites d'argile ou de pierre ; voilà tout. Ce sont là des traits qui se rencontrent chez tous les peuples et dans toutes les régions. Mais ils diffèrent par la race, ils diffèrent par la langue (1), ils diffèrent par les caractères secondaires qui leur sont personnels et qui ont aussi leur importance. L'outillage, les mœurs, les lois, le gouvernement, tels du moins que nous pouvons les connaître, ne présentent pas les mêmes conditions. Les langues du Nouveau-Mexique, auxquelles M. Gatschet attribue une importance peut-être exagérée, prouvent que le peuple qui les parle se subdivise en trois races distinctes, en quatre même, si l'on compte les Moquis de l'Arizona. Les Aztecs ne peuvent être rattachés à aucune de ces races.

Coronado (2) qui, au cours du XVI^e siècle, visita ces régions, ne signale aucun rapport entre les Mexicains et les habitants du Nouveau-Mexique. Le Père Escalante, qui parcourut le pays en 1776, décrit des ruines inconnues, des pueblos actuellement en poussière (3). Rien dans son récit ne justifie ce que l'on a appelé, de l'autre côté de l'Atlantique, la *théorie aztèque*.

Le D^r Hamy disait déjà en 1881 (4) : « J'ai toujours considéré pour ma part les pueblos, dont j'avais déjà eu sous les yeux quelques photographies, aussi bien que leurs

(1) « M. Gatschet montre que les particularités relevées chez les pueblos du Rio Grande n'existent pas dans la langue aztèque, que les affinités du kera sont nulles avec les dialectes nahuatl, et que le zuni et le moqui ne sont pas moins éloignés du groupe mexicain. » REV. D'ETHN., t. I, 1882, p. 442.

(2) Vasquez de Coronado, gouverneur de la Nouvelle-Galice en 1540, pénétra probablement jusqu'à l'Arkansas, peut-être même jusqu'au Rio de la Plata. Son expédition a été publiée dans le t. III de *Terza edizione delle navigazioni e viaggi raccolti già da G. B. Ramusio. — Coronado's March in Search of the Seven Cities of Cibola.* REP. SMITH. INST., 1869.

(3) Dom. Escalante, *Diario y Derroterro de Santa Fe a Monterey*, 1776. DOC. HIST. MEX., 2^e S., t. I. — M. Short a compulsé un autre ms. d'Escalante conservé à Washington dans la bibliothèque du Congrès. Il confirme le récit que nous donnons.

(4) REV. D'ETHN., *l. c.*, p. 443.

ancêtres, les *Cave-Dwellers* dont M. Bessels a décrit les crânes, comme étrangers à la famille aztèque par leurs caractères physiques, qui les rapprochent au contraire de la race qui constitue le fonds commun de la population américaine du Nord. Cette race, que l'on trouve dans les mounds du plus ancien type (Scioto), aussi bien que dans les sépultures les plus archaïques de la vallée de Mexico (Tlalteloco inférieur) ; à la Casa Grande du Rio Gila, comme dans les sépultures antiques du Popocatelpetl, serait bien antérieure à mes yeux à l'arrivée des Aztèques sur le plateau de l'Anahuac. »

Aujourd'hui, le Dr Hamy est plus explicite encore dans ses conclusions (1). « Malgré ces différences ethnographiques qui nous entraîneraient trop loin, dit-il, tous les indigènes anciens, Mound Builders, Cliff Dwellers, Pueblos, appartenaient à une seule et même race. Toutes les fois, en effet, que des fouilles méthodiques sont conduites à travers les ruines qu'ils nous ont laissées, on exhume de leurs vieilles sépultures des sujets petits, robustes, brachycéphales avec les mâchoires saillantes, le nez mince et de volumineuses pommettes. » « On trouve cette ossature, ajoute-t-il plus loin, chez plusieurs tribus indiennes, on la trouve chez les Zunis et les Moquis notamment. »

Malgré la légitime autorité du Dr Hamy, je ne puis me rallier aux conclusions de mon savant collègue. Anthropologiste éminent, il accorde une importance exagérée au squelette, à la forme et à la capacité du crâne, et il néglige trop les autres considérations qui peuvent faciliter la détermination d'une race, aider à la preuve de sa filiation. Il oublie les deux types distincts que renfermait l'ossuaire du Petit Miami près de Madisonville (2). L'un était dolichocéphale et de grande taille, l'autre petit et brachycéphale. Bien que je n'attache pas à ces caractères la

(1) *Les Races malaïques et américaines*. ANTHR., mars-avril 1896.
(2) *Les Mound-Builders*. REVUE DES QUEST. SCIENT., oct. 1895.

même importance que d'autres anthropologistes, à raison du mélange des races déjà si fréquent à ces époques reculées et qui ne permettent d'accorder à tel ou tel type qu'une confiance très limitée, il est impossible de les méconnaître complètement. Le Dr Hamy oublie aussi la découverte dont M. Charnay a rendu compte à la Société d'anthropologie (1). Il a été mis au jour un certain nombre de momies qu'il rattache aux Cliff Dwellers. Plusieurs avaient les cheveux blonds et fins, bien différents des cheveux noirs et raides des Zunis ou des Moquis. Il oublie les déformations artificielles du crâne à la fois si générales et caractéristiques chez les Cliff Dwellers, et que l'on ne retrouve pas chez les Mound Builders.

Il serait facile de multiplier de semblables faits ; tous iraient à l'encontre de conclusions prématurées. Des races distinctes ont, dès les temps préhistoriques, occupé l'Amérique centrale. Ces races ont pu à leur origine se rattacher à une souche unique; mais alors leur séparation date d'une époque très reculée, et nos données actuelles ne permettent ni de l'affirmer ni de la nier.

Ce qui est vrai, c'est que de nombreux pueblos existaient dans le Nouveau-Mexique et dans l'Arizona, lors de l'invasion espagnole; qu'il en est, comme Acoma, Taos, Jemez, Pecos, qui ont été habités jusqu'à nos jours. Le lieutenant Wheeler, qui a visité le pays en 1858, décrit ainsi les pueblos qu'il rencontre (2) : « A la chute du jour, je pus, à l'aide de ma lunette, découvrir, à une distance de huit à dix miles, deux pueblos perchés sur un rocher et dominant la vallée. Les constructions affleuraient le précipice; à la distance où j'étais, elles offraient l'apparence d'une ville avec des murailles et des tours crénelées. L'ensemble se présentait sous un aspect singulièrement pittoresque. Chacun de ces pueblos est bâti

(1) Bul., 19 oct. 1893.
(2) *Colorado River of the West*. Bancroft, *l. c.*, t. IV, p. 662. — Short, *North Americans of Antiquity*, p. 330.

autour d'une cour rectangulaire, qui renferme la source d'eau indispensable à la population. Les murs construits en pierre ne présentent aucune ouverture extérieure. Il faudrait, pour y pénétrer, ou les abattre, ou les escalader. Les divers étages des maisons sont en retrait les uns sur les autres, et on ne pouvait parvenir aux étages supérieurs qu'au moyen de trappes dans les planchers. Chaque bâtiment comprend trois étages et n'a d'ouvertures que sur la cour. Tout semble préparé pour offrir une certaine résistance en cas d'attaque. Comme la cour et les communications sont communes, les habitants sont forcés de vivre entre eux dans une sorte de communauté. »

Nous aurions parfaitement pu emprunter cette description pour les anciens pueblos. Pendant des siècles, une population relativement nombreuse a vécu aux mêmes lieux, sans que rien dans son mode de vie, sans que rien dans ses constructions témoigne d'un progrès; et aujourd'hui encore cette population se retrouve avec les mêmes mœurs, les mêmes habitudes, les mêmes procédés de construction, et on ne saurait la confondre ni avec les Mound Builders ni avec les races qui ont peuplé le Mexique et le Yucatan (1).

Bien avant la venue des Espagnols, la décadence de ces populations avait commencé. Les ruines des Cliff Houses et des pueblos que l'explorateur rencontre à chaque pas en sont l'éloquent témoignage. Les causes de cette décadence sont multiples. Parmi les plus sérieuses, il faut compter les invasions sans cesse renouvelées des Apaches et d'autres nomades dangereux et barbares. Les Cliff Dwellers opposèrent une longue résistance, attestée par le nombre de pointes de flèche recueillies auprès de leurs demeures. Finalement leur résistance fut impuissante, les Cliff Dwellers durent abandonner les demeures qu'ils

(1) Cf. Brinton, *American Race*, p. 115. — Hamy, *Congrès des Américanistes*, Paris 1890. — F. Chapin. *The Land of the Cliff Dwellers*. — Otis T. Mason, AMERIC. ANTH, Feb. 1896.

avaient construites, les foyers si souvent arrosés de leur sang, pour se retirer vers l'ouest où les luttes continuèrent longtemps, et toujours avec le même insuccès (1).

Les Apaches et les Utes gagnaient du terrain, les Cliff Dwellers reculaient; la conclusion était inévitable, la race vaincue fut rapidement condamnée à l'impuissance; et malheureusement les Conquistadores ne tentaient rien et, probablement, ne pouvaient rien tenter pour son relèvement.

Les incursions des nomades, quelque redoutables qu'elles pussent être, n'auraient pas suffi à dépeupler le pays. Les demeures aériennes sur des roches inacessibles, les tours qui défendaient l'entrée des vallées, les dispositions des pueblos qui en faisaient souvent de véritables forteresses, auraient assuré une plus longue résistance des habitants, si une autre cause n'avait accéleré leur ruine. La destruction des forêts, une sécheresse prolongée (2) amenèrent, je le disais en commençant cette étude, la disparition des cours d'eau, elles changèrent des terres que la culture avait fertilisées en déserts arides, en vallées de sable que l'explorateur parcourt avec une morne tristesse. L'homme dut fuir des régions où la lutte contre une nature ingrate lui devenait impossible. Il lui fallait reculer devant un ennemi plus dangereux que les Peaux-Rouges, et contre lequel toute résistance était impossible.

Il était réservé à notre siècle de faire connaître ces

(1) Je n'ai pas voulu aborder la question des dates. Jusqu'au XVI^e siècle, elles sont inextricables. Pour n'en citer qu'un exemple, M. Cushing, en racontant les ruines du Rio Salado, donne à leur érection une date maxima de 4000 ans, une date minima de 1700 ans. Je ne sais sur quelles données il s'appuie; je ne puis donc que citer ses chiffres sans les discuter.

(2) Les pluies se répartissent très inégalement sur le territoire des États-Unis. Il tombe en moyenne un mètre d'eau par an sur les côtes de l'Atlantique, depuis le Maine jusqu'à la Floride. Sur le versant du Pacifique, au nord de San Francisco, les vents d'ouest amènent des pluies abondantes qui donnent au pluviomètre jusqu'à 2m,24. Elles diminuent graduellement, à mesure que l'on pénètre dans l'intérieur des terres. Dans certaines parties du Texas, du Kansas, de la Nebraska, la moyenne d'eau n'est que de 0,50; au Colorado, elle n'est même que de 0,30. Ajoutons que dans l'Arizona les étés sont particulièrement brûlants.

faits si absolument ignorés, il y a bien peu d'années encore. Une plus noble mission est réservée à nos successeurs. Il appartient à la science humaine, en reconstituant le régime des eaux, de rétablir ce que la barbarie humaine a détruit. C'est à la science, cette glorieuse reine du XIX^e siècle, de rendre la vie à ces contrées déshéritées.

M^is DE NADAILLAC.

Rougemont, juillet 1896.

---

# PRATIQUES ET INSTITUTIONS RELIGIEUSES

## D'ORIGINE CHRÉTIENNE

### CHEZ LES MEXICAINS DU MOYEN AGE

*Fin* (1).

---

#### VI. HOSPICES, MONASTÈRES, SERMONS.

En voilà assez sur les formes du culte pour la démonstration que nous avons en vue; il faut maintenant passer à un autre ordre d'idées et considérer les institutions charitables et religieuses. On sait que les Culdees, successeurs des Papas dans les îles Britanniques, avaient des hospices et que, s'il y manquait de place, quelques membres de la congrégation étaient désignés pour recevoir les pèlerins (2). — De même dans le Yucatan, les Cocomes, successeurs de Cuculcan, le Quetzalcoatl de ce pays, « avaient coutume de chercher dans les bourgades les estropiés et les aveugles et de leur donner le nécessaire (3) ». — Chez les Totonacs qui, au point de vue de la langue et de l'évangélisation, se rapprochaient tant des Mayas, « on faisait l'aumône aux pauvres, avec beaucoup

(1) Voir la précédente livraison, pp. 166-211.
(2) E. Beauvois, *Les Premiers chrétiens des îles nordatlantiques*, dans *Muséon*, août 1888, p. 410.
(3) Landa, *Relat. de Yucatan*, p. 40.

de libéralité, pour cause de religion et en vue de servir Dieu ; à cet effet, il y avait dans les temples de grands magasins remplis de maïs et des approvisionnements d'autres objets à distribuer en secours. Avec ce qui y était déposé on assistait les pauvres du voisinage qui étaient boiteux, perclus et incapables de travailler. Il y avait aussi dans cette province comme dans d'autres des hôpitaux où l'on recevait et traitait les infirmes (1) ».

C'est en effet ce que Las Casas dit du Mexique en général : « Il y avait près des temples de grands magasins et greniers où se conservaient les grains et approvisionnements qui leur appartenaient ; après prélèvement de ce qui était nécessaire pour les ministres et les besoins du culte, le reste était réparti en aumônes entre les nombreux vieillards, indigents mariés et célibataires, et entre les infirmes nécessiteux. Dans les principales villes comme Mexico, Tlaxcala et Cholula, ainsi que dans les grandes bourgades, il y avait des hôpitaux dotés de rentes et de serviteurs, où l'on recevait et traitait les pauvres infirmes (2). » — A Cholula les pauvres allaient mendier aux portes (3). Il en était de même en Nicaragua (4). A Mexico, les prédicateurs recommandaient « la charité envers les nécessiteux et les pèlerins (5). » Dans une exhortation adressée par un confesseur à un pénitent se trouve le curieux passage qui suit : « En punition de l'inhumanité que tu as montrée envers le prochain, en ne faisant pas d'offrande des biens que Dieu t'a donnés et en ne distribuant pas aux pauvres une part des richesses que tu as reçues de Notre-Seigneur, tu seras chargé d'offrir du papier et du *copal* (encens), et en même temps de faire

(1) H. Roman, *Republicas del Mundo*, t. III, f° 145 r°.

(2) Las Casas, *Apol. hist.*, ch. 141, extrait dans le t. VIII notes, p. 229 des *Ant. of Mex.* de Kingsborough ; reproduit presque littéralement par Torquemada, *Mon. ind.*, L. VIII, ch. 20, p. 165 du t. II.

(3) Gomara, *Conq. de Méjico*, p. 337 de l'éd. de Vedia.

(4) Oviedo, *Hist. gen.*, t. IV, p. 54.

(5) Duran, *Hist. de las Indias*, t. II, p. 154.

des aumônes aux affamés, aux malheureux qui n'ont pas de quoi boire ou manger ni moyen de se vêtir, quand même tu devrais te priver de nourriture pour leur en donner. Aie soin de vêtir ceux qui vont nus et déguenillés. Rappelle-toi que leur chair est comme la tienne et qu'ils sont hommes comme toi ; pense surtout aux malades, car ils sont l'image de Dieu (1). » Au banquet des marchands, les anciens disaient au jeune confrère qui les avait invités : « Révère les vieillards même pauvres et aie pitié des autres malheureux et gens d'humble condition ; donne-leur de quoi se vêtir et se couvrir, ne fût-ce qu'avec ce que tu mets au rebut ; donne-leur à manger et à boire, car ils sont les images de Dieu qui en récompense multipliera les jours de ta vie (2). »

Chez les Chalcs qui, parmi les peuples évangélisés en dehors du Mexique, furent des derniers à s'établir dans ce pays, une classe particulière, les *Tecpantlacs* (templiers) étaient affectés au service des temples. Malheureusement on n'a que des allusions à ce sujet ; mais comme après leur asservissement ils durent continuer à travailler pour les temples des Mexicains, c'est en partie à eux que doivent s'appliquer les détails suivants : « Comme les temples, prêtres et ministres des dieux étaient nombreux et avaient de grandes dépenses à faire, il est nécessaire d'indiquer comment il était pourvu à leur entretien. Pour la nourriture des prêtres, la réparation des édifices et les autres frais du culte, il y avait dans la Nouvelle-Espagne des fabriques, comme dans nos églises la mense capitulaire, c'est-à-dire que certaines terres avaient été affectées aux temples par les rois et les seigneurs. Dans ces domaines vivaient beaucoup de vassaux qui fournissaient, comme tributs, des vêtements, des ornements, du maïs pour faire

(1) Sahagun, *Hist. univ.*, L. VI, ch. 7, p. 271 du t. V de Kingsborough. Cfr p. 343 de la trad. franç.

(2) Id., *ibid.*, L. IX, ch. 12, p. 248 du t. VII de Kingsb., et p. 578 de la trad. franç.

du pain, du vin (d'agavé) et beaucoup d'autres boissons, des mets, des poules et les provisions nécessaires aux prêtres. Outre les tributs auxquels étaient soumis ces colons, les communautés domaniales faisaient de grandes cultures pour le même usage (1). »

Ce n'étaient pas les seules institutions religieuses que les Mexicains eussent de communes avec les nôtres : ils possédaient aussi des établissements monastiques. Nous en trouvons chez les Totonacs qui, étant sur le passage des émigrants venus par mer et n'ayant pas été déchristianisés par un long séjour dans les déserts en contact avec des sauvages, avaient particulièrement subi l'influence de l'évangélisation et de la civilisation européenne. Aussi leurs frères les Huastecs passaient-ils pour dissidents aux yeux des sectateurs de Huitzilopochtli (2); et en effet, plus ils se rapprochaient du catholicisme, plus ils s'éloignaient du paganisme. *Cinteotl*, qui passait pour être la mère du sauveur, avait deux prêtres spéciaux, « comme des moines, qui la servaient de jour et de nuit ». Leur chasteté et leur vie irréprochable les faisaient estimer « comme ils eussent mérité de l'être même chez nous ». « On allait les visiter comme des saints et implorer par leur canal l'intercession de la grande déesse et des dieux pour la prospérité du pays. Ils ne mangeaient pas de chair et vivaient dans la solitude et la pénitence, notant les événements par des figures [iconophones] et remettant ces histoires aux souverains pontifes ou *papas*, qui les communiquaient au peuple dans leurs sermons (3). » On ne saurait dire au juste si « les chapelains perpétuels de la province de Tehuacan (4), qui étaient

(1) Las Casas, *Apol. hist.*, ch. 141, extrait dans le t. VIII notes, p. 229 des *Ant. of Mex.* de Kingsb.

(2) Los Huaxtecas, que era la gente questos tenian por gentiles y ydolatras que no gardaban la ley. (Duran, *Hist. de las Indias*, t. II, p. 123.)

(3) Las Casas, *Apol. hist.*, ch. 121, p. 445 du t. V de l'édit. madrilène de son *Hist. gen.* — Cfr Torquemada, *Mon. ind.*, L. VI, ch. 25 et L. IX, ch. 8, pp. 55 et 181 du t. II.

(4) Située au sud-ouest d'Orizaba.

toujours occupés à veiller, à prier, à jeûner ou à sacrifier », n'y étaient astreints que pour quatre ans, après quoi ils s'en allaient, comme l'affirme Torquemada (1), ou bien si ce service perpétuel était réparti de quatre en quatre ans, comme le dit expressément Motolinia (2), et s'il faut entendre par là qu'ils étaient relayés par quatre nouveaux jeûneurs, tout en restant dans le temple. En tout cas, leur réclusion était complète pendant ces quatre ans ; le régime très rigoureux qu'ils suivaient leur imposait l'abstinence de viande, de poisson, de sel et de piment (3).

A Cholula, il y avait dans le temple dédié à Quetzalcoatl « des religieux qui devaient être choisis parmi les nobles d'un unique quartier de cette cité... En quelque temps qu'ils fissent leurs vœux, ils offraient la totalité ou la plus grande partie de leurs biens au temple pour l'entretien de ses ministres. Une fois entrés dans l'ordre, il ne leur était plus permis d'en sortir ; s'ils étaient mariés (4), ils pouvaient à la tombée de la nuit dormir chez eux avec leurs femmes, mais chaque fois qu'ils entendaient à minuit le son d'une trompette faite d'une longue calebasse, ils se réunissaient dans le temple où ils restaient en prières pendant un certain temps, jetant de l'encens devant l'image de Quetzalcoatl, qui était de grandeur naturelle et pourvue d'une longue barbe. Ils lui demandaient des pluies bienfaisantes, la santé et la paix publique. Ils passaient dans le temple le reste du temps, y apportaient des vivres de leur maison et, chaque vingtième jour, tous s'y réunissaient pour manger en commun (5) ». Les novices étaient vêtus de noir ; en avançant en âge, ils recevaient des

(1) *Mon. ind.*, L. IX, ch. 8, p. 181 du t. II.
(2) *Origen de los Indios*, p. 51 de l'édit. d'Icazbalceta.
(3) Id., *ibid.*
(4) Comme les Culdees (voy. les sources citées dans notre mémoire sur *Les Premiers chrétiens des îles nordatlantiques*, dans *Muséon*, 4 août 1888, p. 410).
(5) G. de Rojas, *Rel. de Cholula*, extrait trad. par Bandelier, dans son *Report* de 1881.

manteaux bordés de rouge qui, pour les plus âgés comme pour nos cardinaux, étaient entièrement de cette couleur.

A Mexico, il y avait deux sortes de maisons d'éducation : le *Telpochcalli* et le *Calmecac*. Le *Telpochcalli* (maison des adolescents, ou *Telpochtiliztli* noviciat), comme écrit Torquemada, était l'école des mineurs. Comme Tezcatlipoca passait pour faire des apparitions sous figure d'adolescent (*telpochtli*) et qu'il était le génie de la santé, les enfants malades ou chétifs étaient portés dans son temple, où les mères les lui offraient, « de même que les chrétiens ont la dévotion de vouer leurs enfants aux saints des ordres monastiques, en leur faisant prendre l'habit de saint Dominique, ou de saint François, ou de saint Augustin (1) », ou de saint Benoît (2). Le *Telpochcalli* était surtout un externat où les élèves des deux sexes se rendaient chaque jour pour les cérémonies et exercices jusqu'à l'âge de nubilité (3), car ils pouvaient se marier (4), comme chez nous les *oblati* du moyen âge (5) ou les novices d'aujourd'hui. — Le *Calmecac* au contraire était, comme l'indique son nom (6), une règle beaucoup plus stricte. Il était dédié à Quetzalcoatl. « Ce dieu, dit Torquemada (7), avait des ministres particuliers de l'un et de l'autre sexe qui, par dévotion et attachement pour lui, se vouaient à son service. Ils menaient une vie beaucoup plus rigoureuse que

(1) Duran, *Hist. de las Indias*, t. II, 107.

(2) Du Cange, *Gloss. inf. latinit.*, au mot *Oblati*, t. VI, pp. 9-11 de l'édit Favre.

(3) Sahagun, *Hist. gén.*, L. VI, ch. 23, 39, pp. 408, 459 de la trad. franç.— — Torquemada, *Mon. ind.*, L. IX, ch. 13, 14, pp. 186, 187, 190-191 du t. II.

(4) J. de Pomar, *Relación de Tezcoco*, p. 22.— Torquemada, *Mon ind.*, L. IX, ch. 12, 30, pp. 186, 220 du t. II.

(5) Du Cange, *loc. cit.*, p. 10.

(6) En nahua *calli* apocopé, maison, et *mecatl*, dont la désinence *tl* est remplacée par la particule locative *c* ; le tout signifie : *à la maison de la corde* ou *du fouet*, soit à cause du lien moral qui retenait les moines de Quetzalcoatl, soit à cause de la *discipline* avec laquelle ils étaient censés *se flageller*, quoique la principale macération consistât en piqûres d'épines d'agavé.

(7) *Mon. ind.*, L. IX, ch. 31, p. 221 du t. II.

les autres dont on vient de parler (1). Leur régime, le *tlamacazcayotl*, qui signifie *vie de pénitence* (2), était ainsi appelé en l'honneur de Quetzalcoatl, que l'on dit avoir fait grande pénitence et l'avoir enseignée à ses disciples. Ils vivaient en congrégation comme les prêtres et les collégiens ; et les filles, dans la retraite comme les prêtresses. Ceux-là et celles-ci portaient les cheveux longs (3), et se conduisaient très honnêtement et chastement. Leur costume était plus sévère et religieux que celui des ministres mentionnés au chapitre précédent. Ils se baignaient au milieu de la nuit (4), sans y manquer une seule fois. Ils veillaient jusqu'à deux heures du matin, priant, chantant les louanges de leur dieu. Au coup de minuit ils se tiraient du sang de différentes parties du corps, en se piquant les membres avec des épines de *maguey* [agavé]. Quoiqu'ils fussent dans la retraite, ils avaient la faculté d'aller sur les montagnes, dans les bois, vers les fontaines, à toute heure de la nuit, pour se saigner et faire des sacrifices au dieu pour lequel ils avaient le plus de dévotion, de même

(1) Les élèves du *Telpochtiliztli*, consacré à Tezcatlipoca.

(2) Cette traduction doit n'être qu'un à peu près, car ailleurs le même auteur rend le composé *teotlamacazque* par *mancebos ó moços divinos* (*Mon. ind.*, L. IX, ch. 11, p. 185 du t. II), interprétation conforme à celle du P. Duran, d'après lequel le radical *tlamacaz* signifie *homme fait* et *tlamacazqui* jeunesse. Aussi dit-il que le *tlamacazcalli* était destiné aux adultes sortant du *telpochcalli* (*Hist. de las Indias*, t. II, p. 109). Plus loin il traduit *tlamaceuhque* par *pénitents ;* mais quoique ce mot ait les deux premières syllabes semblables à celles de *tlamacaz*, il n'est pas de même origine.

(3) Il est vraisemblable que ces cheveux longs, comme ceux des élèves du *telpochcalli*, étaient également coupés sur le front. Le P. Duran dit expressément que « les jeunes reclus de dix-huit à vingt ans, appelés religieux, avaient comme les moines (chrétiens) les cheveux taillés en forme de couronne sur le sommet de la tête, qu'ils laissaient croître un peu plus, de quatre doigts de longueur, ceux qui du milieu des oreilles descendaient sur la nuque. » (*Hist. de las Indias*, t. II, p. 86.) Il remarque que les relations n'étaient pas d'accord à ce sujet : les uns disant qu'à Mexico les cheveux étaient rasés ; que les couronnes n'étaient en usage que chez les religieux du temple de Huitzilopotchtli dans la province de Chalco et dans la ville de Huexotzinco, comme on le voit sur la pl. 2 c de la 2e partie de son *Album*.

(4) Tout comme les religieux Columbites (voy. plus haut, p. 208).

que nos religieux, sur la bonne opinion que l'on a de leur moralité, de leur sainteté, ont la permission d'aller dans les bois et les montagnes pour faire des saintes particulières. Ce que l'on dit des jeunes gens s'applique aussi aux filles qui, dans leur recueillement, n'étaient pas moins dévotes et vertueuses. Ils avaient dans leur couvent un recteur appelé Quetzalcohuatl, du nom de leur dieu (1). »

Les exhortations et les discours que l'on adressait à ces enfants (2) suggéraient à Torquemada les réflexions suivantes : « Je ne sais comment ces Indiens ont professé cette doctrine qui est le langage de saint Paul (3). Il est certain, ajoute-t-il, que l'on ne pourrait rien dire de plus dans notre chrétienté ; ce sont, à mon avis, des discours qui mériteraient bien d'être appris par cœur, car peu importe qu'ils aient été prononcés par des gentils, quand leurs raisonnements sont catholiques (4). » - Si l'on considère bien ces paroles, dit-il ailleurs, on verra que c'est le langage de Jésus-Christ (5)... C'est la doctrine du Saint-Esprit (6) enseignée par Salomon. » De même le P. D. Duran conclut d'une étude approfondie des sermons des anciens Mexicains que « l'esprit en est réellement catholique (7) ». Le P. B. de Sahagun, allant encore plus loin, n'hésitait pas à affirmer que « ces allocutions prononcées en chaire seraient plus utiles que bien des sermons aux jeunes gens des deux sexes (8) ».

Quelques-unes des oraisons et des instructions des

(1) Torquemada, *Mon. ind.*, L. IX, ch. 31, pp. 221-2 du t. II.

(2) On en a conservé beaucoup d'autres de divers genres. Le L. VI de l'*Hist. univ.* de Sahagun (dans le t. V des *Ant. of Mex.* de Kingsborough) en est rempli. Le P. Duran donne surtout des harangues militaires et politiques, mais il se proposait de faire un recueil de discours historiques. (*Hist. de las Indias*, t. I, pp. 237, 333.)

(3) *Mon. ind.*, L. IX, ch. 32, p. 223 du t. II.

(4) Id. *ibid.*, p. 224.

(5) Id. *ibid.*, L. XIII, ch. 36, p. 495 du t. II.

(6) Id. *ibid.*, pp. 493, 495. Il cite comme termes de comparaison plusieurs versets du *Livre des Proverbes*.

(7) *Hist. de las Indias*, t. II, p. 154.

(8) *Hist. gén.*, L. VI, ch. 19, p. 390 de la trad. franç.

prêtres ou des parents ont une physionomie tellement chrétienne que l'on pourrait les prendre pour des pastiches des homélies des prédicateurs espagnols du XVI^e siècle. Rien pourtant ne nous autorise à le faire ; les laïques comme les ecclésiastiques, ceux qui admettent comme ceux qui nient l'évangélisation précolombienne, en un mot tous ceux qui ont parlé de ces préceptes des anciens Mexicains, ont cru à leur authenticité. Voici ce que dit à ce propos A. de Zurita, qui avait passé bien des années dans l'Amérique centrale et au Mexique [de 1550 à 1564] (1) : « Outre la discipline et le soin avec lequel ils élevaient leurs enfants, les pères leur donnaient également beaucoup de très bons conseils, dont les seigneurs conservent la mémoire en leurs peintures (2). Un religieux, qui a fort longtemps habité ce pays [le Mexique] et qui a toujours fréquenté et intruit les indigènes, a traduit ces exhortations d'après l'original. Il dit les avoir fait transcrire par quelques notables, leur recommandant de n'en donner que la substance (3). Ils les écrivirent en leur langue et les mirent en ordre hors de sa présence, en les tirant de leurs peintures [iconophones] qui sont une sorte d'écriture et qu'ils entendent fort bien. Il ajoute qu'il ne changea pas une lettre à ce qu'ils lui donnèrent, et qu'il ne fit que diviser le contenu en paragraphes afin d'en rendre le sens plus intelligible (4). »

(1) Icazbalceta, pp. XI-XIV, 76 du t. III de sa *Nueva Colección de documentos para la historia de México*. In-8°. Mexico, 1891.

(2) Nous ne possédons plus une seule de ces peintures, car si la troisième partie du *Codex Mendoza* qui concerne l'éducation (T. I. des *Ant. of Mex.* de Kingsborough, pp. 59-72, avec interprétation en espagnol dans le t. V, pp. 90-113, et en anglais dans le t. VI) parle souvent des bons conseils donnés par les chefs et les parents, elle ne les reproduit pas.

(3) « Que no pusieron mas que la sustancia de ellos », soit en n'ajoutant rien d'étranger, soit plutôt en supprimant les fleurs de rhétorique pour ne donner que le contenu, ce qui expliquerait la différence entre les pompeux discours donnés par Sahagun et les allocutions résumées par Zurita, Mendieta, Torquemada.

(4) Zurita, *Breve relación*, p. 122 du t. III de la *Nueva Colección* d'Icazbalceta.

Zurita reproduit deux exhortations du père au fils et de la mère à sa fille (1). Ces deux pièces se trouvent également chez Mendieta avec de notables variantes (2), et chez Torquemada (3) qui en a introduit de nouvelles pour rajeunir le style. Le dernier déclare, en effet, que les chapitres 38 et 39 de son livre XIII sont empruntés aux écrits des anciens missionnaires, Dominicains, Augustins et Franciscains, notamment à Toribio de Benavente, surnommé Motolinia, et à Andrés de Olmos, qui mirent le plus grand soin à apprendre la langue et à s'informer des coutumes des Indiens. « J'affirme, dit-il, n'avoir rien changé à la substance de leurs écrits que j'ai en ma possession et qui sont fondés sur les observations faites en diverses provinces. Je n'ai fait que les mettre en style courant, un peu différent de l'ancien qui était propre aux vieux missionnaires. Je tiens à ce que l'on soit convaincu qu'en ceci et en tout ce que j'ai dit et dirai, je n'amplifie ni n'enchéris, mais que j'expose simplement la réalité (4). » Plus loin, il nous apprend que ces exhortations avaient été traduites du nahua en espagnol par le P. Andrés de Olmos et qu'il en avait le texte mexicain entre les mains (5). Mais, ajoute-t-il, « ni le P. A. de Olmos, ni le seigneur évêque de Chiapa, B. de Las Casas, qui les reçut de lui (6), ni moi qui les possède et qui ai travaillé à les

(1) Id., *ibid.*, pp. 123-132.
(2) *Hist. ecles. indiana*, L. II, ch. 20, pp. 112-115.
(3) *Mon. ind.*, L. XIII, ch. 36, pp. 493-495 du t. II.
(4) Id. *ibid.*, L. XIII, ch. 29, pp. 474-5 du t. II.
(5) C'est vraisemblablement celui qui a été édité par son maître en nahua, le P. Juan Bautista, disciple de Mendieta, dans un opuscule rarissime dont les deux seuls exemplaires connus sont incomplets, et qui est intitulé : *Huehuetlahtolli, que contiene las pláticas que los padres y madres hicieron á sus hijos y á sus hijas, y los señores á sus vasallos, todas llenas de doctrina moral y política* (in-8; 76 pp. de texte suivi de traductions en espagnol, Mexico, 1601). Sur l'auteur et ses écrits, voy. Icazbalceta, *Bibliografía mexicana del siglo XVI*, in-4°, pp. 356-360. Mexico, 1886. — R. Siméon a publié un spécimen de ces *Huehuetlahtolli* dans la *Grammaire de la langue nahuatl* d'A. de Olmos, gr. in-8, Paris, 1875.
(6) Et qui les inséra dans le ch. 123, part. 1 de son *Apol. hist.*

comprendre et en approfondir les métaphores, nous n'avons su les traduire avec la douceur et la suavité qu'elles ont dans la langue des indigènes, ayant mis plus de soin à rendre simplement et clairement le sens de la doctrine qu'à reproduire les élégances du texte original (1) ».

Sahagun au contraire, qui nous a conservé des discours, harangues, sermons, toasts, allocutions de toute sorte (2), paraît s'être attaché à reproduire le style fleuri des orateurs et prédicateurs. De là sans doute la différence de style entre les nombreux spécimens que contient son *Histoire générale* et les pièces dont on vient de parler. Ce n'est pas un motif pour les tenir en suspicion ; outre que les sujets sont rarement les mêmes, il pouvait avoir eu sous les yeux d'autres textes des exhortations des parents (3). Il se défend d'ailleurs vigoureusement d'en être l'auteur ou l'amplificateur : « Dans ce livre [VI], on verra clairement, dit-il, que certains critiques, en affirmant que tout le contenu des livres précédents et suivants est fiction et mensonge, ont parlé en hommes passionnés et trompeurs ; car l'esprit humain n'est pas capable d'inventer ce qui est écrit en ce livre [VI], et aucun contemporain ne saurait contrefaire le langage qui y est tenu. Tous les Indiens intelligents, si on les interrogeait, affirmeraient que c'est bien là le langage de leurs ancêtres et leur œuvre propre (4). »

(1) *Mon. ind.*, L. XIII, ch. 36, p. 498 du t. II.

(2) Dans les livres IV, ch. 17, 18 et VI, IX de son *Hist. univ.*

(3) J. Ramirez (cité par Icazbalceta, *Bibl. mex.*, p. 338) conjecturait que le recueil édité par Juan Bautista avait été formé par Sahagun ; ce n'est guère vraisemblable, puisqu'il contient trois allocutions qui ont été reproduites par Torquemada et qui se trouvent également dans Zurita ; or, ce dernier affirme qu'elles avaient été recueillies par les soins de celui qui les traduisit, et nous savons que cet interprète était A. de Olmos. — Il n'y a d'ailleurs, parmi les nombreux spécimens traduits par Sahagun, que deux allocutions se rapprochant par le ton (non par le contenu) de celles de Olmos : ce sont les exhortations des parents contenues dans le ch. 40 du L. VI de son *Hist. univ.*, pp. 460-464 de la trad. franç. Il ne donne d'ailleurs pas les réponses.

(4) *Hist. univ.*, L. VI prol., p. 175 du t. V des *Ant. of Mex.* de Kingsborough ; p. 320 de la trad. franç.

Après ces témoignages d'hommes graves et véridiques, il n'est pas permis de nier l'authenticité des spécimens de l'éloquence mexicaine qu'il nous ont conservés. Ceux-ci dérivent de trois sources : 1° les *Huehuetlatolli*, recueillis par A. de Olmos et édités par le P. Juan Bautista, dont la traduction est perdue, mais dont il y a des extraits dans les ouvrages de Las Casas, Zurita, Mendieta et Torquemada ; 2° les nombreux morceaux disséminés dans le livre VI de l'*Historia universal* de Sahagun, et dont l'original se retrouvera peut-être dans les fragments de sa rédaction en nahua ; 3° les pièces contenues dans les ouvrages historiques, notamment dans ceux du P. D. Duran et de Tezozomoc. Il était utile de bien établir l'origine de ces discours et allocutions, car nulle autre part, dans l'ancienne littérature du Mexique, on ne trouvera autant de points de rapprochement avec la morale chrétienne et les maximes de notre civilisation. Il est vrai que ces analogies ne prouvent rien pour ceux qui les attribuent à une contrefaçon démoniaque ou qui les regardent comme des produits naturels de la raison humaine. Mais, dans cette dernière hypothèse, il faudrait montrer qu'on les retrouve également chez d'autres peuples non chrétiens, quoique parvenus à un certain degré de développement. Comme cette preuve n'a pas été faite et ne saurait l'être, nous préférons les expliquer historiquement par une évangélisation précolombienne. Ce sont à nos yeux de puissants arguments en faveur de notre thèse sur l'influence des idées européennes dans l'ancien Mexique.

E. Beauvois.

---

# LA QUESTION COLONIALE

## EN BELGIQUE

### ÉTUDE D'ÉCONOMIE ET DE GÉOGRAPHIE POLITIQUES

*Fin* (1).

---

## CHAPITRE III.

### LA VALEUR ÉCONOMIQUE DU CONGO.

Préconiser la politique coloniale au moment où précisément l'Angleterre a des difficultés en Afrique australe, où l'Espagne dépense des millions de pesetas et le sang de ses soldats pour dompter l'insurrection cubaine, où la Hollande lutte aux Indes contre un sujet révolté, au moment où la politique coloniale semble « faire banqueroute », cette proposition paraîtra tout au moins inopportune sinon audacieuse, aux yeux des hésitants.

Mais personne n'a jamais soutenu que la politique coloniale fût une panacée universelle, apportant sur un plateau d'or la solution intégrale et immédiate des multiples problèmes de la vie économique et sociale d'une nation. Personne n'a jamais soutenu pareille utopie. Au contraire, la colonisation, comme toute entreprise, a des *aléas*, comme toute entreprise commerciale ou industrielle, comme tout

(1) Voir la précédente livraison, pp. 102-126.

ce que fait l'homme. C'est donc une science [illegible], non comme la politique, comme l'art de gouverner. C'est dire que, selon le choix de la colonie, le choix des hommes qui la gouverneront, les institutions dont elle sera dotée, le régime commercial et fiscal auquel elle sera soumise, la politique coloniale produira des résultats féconds ou sera frappée de stérilité.

D'autre part, le fait de l'hostilité d'une fraction de l'opinion publique contre une doctrine ou un système ne constitue pas, *ipso facto*, la condamnation de cette doctrine. Rien, d'ailleurs, n'est aussi changeant, aussi mobile que l'opinion de la foule. L'Annam et le Tonkin sont aujourd'hui les perles de l'empire colonial de la France, et cependant le temps n'est pas loin où l'épithète de « Tonkinois » était lancée comme une suprême flétrissure à la face de Jules Ferry, parce que cet homme d'État prévoyant s'obstinait à ne pas vouloir lâcher le Tonkin, après le désastre de Lang-Son. Sans vouloir vaticiner, — ce qui est toujours ridicule, — nous croyons fermement que l'opinion belge, parfois si injuste, si dure pour les hommes qui conduisent l'entreprise congolaise, s'étonnera dans quelques vingt ans des reproches qu'elle aura adressés à ceux qu'elle accuse de « congolâtrie » pour avoir eu foi dans la politique coloniale, dans l'avenir de leur pays.

La formule congolaise ou, en d'autres termes, l'État fondé sur les rives du Congo devenu colonie belge, n'est pas la solution *idéale* du problème colonial. Il y a d'autres colonies, mieux situées, plus favorisées sous le rapport du climat que l'État du Congo; mais il y en a aussi — et beaucoup — qui sont bien moins avantagées sous le rapport des productions naturelles. Incontestablement le Canada, la Louisiane, l'île de Cuba, le Cap, valent mieux comme *établissement* pour l'Européen; mais la Belgique, étant née tardivement à la vie politique, n'a pas eu l'heur de pouvoir choisir, et quand elle a été en pleine possession de ses

destinées, elle n'a pas *su* choisir, à l'*heure voulue*. Il a fallu qu'une pensée prévoyante agît pour elle et prît, parmi ce qu'il était permis de prendre et restait à prendre, dans le seul continent encore inexploré, ouvert aux entreprises, la meilleure partie.

On peut dire que le bassin du Congo se trouve dans des conditions convenables pour une expérience coloniale : le sol y est riche, les communications naturelles — fleuves et rivières — y abondent, les populations n'ont pas de cohésion politique, elles n'ont pas d'histoire, pas de passé, et si la civilisation ne les a pas préparées à commercer avec l'Europe, tout au moins le fanatisme de religion et de race — comme en Algérie et au Soudan — ne constitue pas, chez elles, un obstacle irréductible à la domination, à l'influence du Blanc. Mais ces dons naturels demandent à être mis en valeur, le climat doit être vaincu préalablement. Tels sont, semble-t-il, les termes de l'accord tacite intervenu entre les adversaires et les partisans du Congo. C'est du moins ce qui paraît résulter de la discussion.

Le projet de loi approuvant la cession de l'État indépendant que le Gouvernement a déposé le 12 février 1895 sur la tribune parlementaire, pour le retirer dans ces derniers temps, a eu, en effet, ce mérite, à défaut de la solution qu'il préconisait, de provoquer autour de la question du Congo les lumières de la contradiction. Dans la lutte acharnée que partisans et adversaires de la question coloniale se sont faite durant tant de semaines, dans cette « bataille pour le Congo », la question de notre établissement africain a été, on peut le dire, fouillée à fond, examinée sous toutes ses faces.

Nous pouvons donc nous borner à résumer les conclusions du débat, à entériner ce qui a été accepté de part et d'autre.

Le Congo est admirablement doté par la nature : un sol fertile, un fleuve superbe avec des ramifications puissantes, une population suffisamment dense dont tout au moins une

partie — celle qui a été en contact avec les Blancs — apprécie déjà les avantages de notre civilisation, et dont l'autre, avec le temps, finira également par entrer dans le courant de nos idées, c'est-à-dire, si nous nous plaçons uniquement au point de vue matériel, par faire le commerce avec la Belgique. En somme donc, le Congo serait dans toutes les conditions que les économistes requièrent pour constituer une colonie, si le climat, le terrible climat des tropiques, ne venait assombrir le tableau ; et cependant l'Européen a fondé, sous l'équateur, des colonies superbes où, s'il n'y travaille pas, il fait travailler l'indigène et s'y enrichit !

C'est néanmoins déjà un résultat considérable que cette conclusion acquise au débat, même avec cette réserve ; car aujourd'hui, sous peine d'être taxé d'ignorance ou accusé de mauvaise foi, personne ne pourrait plus nier les richesses naturelles du Congo ni même son avenir commercial. Les chiffres — ces arguments parlants — sont d'ailleurs là pour le prouver.

Dans le budget de 1896 de l'État indépendant, communiqué à la législature belge conformément aux engagements contractés, nous relevons que les recettes, y compris l'avance du Trésor belge — 2 000 000 de francs par an jusqu'en 1900 — et le versement du Roi-Souverain, soit un million de francs, sont évaluées à 7 002 735 fr. ; les dépenses pour cette même année 1896 sont arrêtées à la somme de 8 236 000 francs. Remarquons que, dans cette dernière évaluation, les dépenses pour la force publique figurent pour plus de 3 500 000 fr. Or, il est certain que dans quelques années, lorsque les derniers débris de la puissance arabe, qui a nécessité ce déploiement de forces, seront complètement anéantis, c'est-à-dire lorsque cette cause extraordinaire et momentanée de dépenses aura été supprimée, le budget des dépenses militaires pourra être arrêté mieux en harmonie avec les recettes. Non pas que

l'État du Congo puisse jamais se passer d'un appareil militaire, mais les dépenses que l'entretien de cette organisation exigera ne seront plus hors de proportion avec les ressources de l'État, une fois que sorti de la période de premier établissement toujours troublée, toujours coûteuse, il lui sera permis, sous le régime de la paix, de consacrer toute son activité au développement de ses ressources.

N'oublions pas aussi que la guerre arabe, dont les effets continuent à se faire sentir encore, toute grave et considérable qu'elle ait pu sembler, ne saurait être comparée aux difficultés que d'autres puissances colonisatrices ont eu à surmonter également les armes à la main. La France a conquis l'Algérie pied à pied, et cette conquête lui a coûté 300 000 soldats et trois milliards et demi de francs; elle y reste constamment sur le qui-vive. Au Tonkin, elle a dépensé 340 millions de 1883 à 1889, en Tunisie 150 millions de 1881 à 1886, et 100 millions pour Madagascar, l'année dernière. C'est que la France a trouvé devant elle, en Algérie et au Tonkin, des populations *organisées*, redoutables par le courage qu'elles puisent dans un long passé d'indépendance et que le fanatisme religieux vient encore augmenter.

Dans le bassin du Congo, au contraire, si l'on en excepte le danger arabe, aujourd'hui presque conjuré, la situation est toute favorable à une absorption pacifique par un pouvoir fort de cette masse de peuplades, sans lien moral ou religieux, sans idéal, souvent même hostiles entre elles et que l'on a pu appeler très justement une « poussière humaine ». De ce côté, la première condition de l'établissement d'une colonie — la sécurité — est acquise.

Le danger mahdiste n'est qu'*extérieur*. Il restera permanent aussi longtemps que le Soudan, le Kordofan, le Bahr-el-Gazal demeureront sous la domination du Mahdi. Pour s'en défendre au jour où les Mahdistes, refoulés de

Karthoum, se rejetteraient vers le sud, l'État indépendant a établi sur sa frontière du N.-E. une série de postes puissamment fortifiés contre lesquels les hordes plus nombreuses que disciplinées du Mahdi viendraient se briser. On peut tout au moins sans trop de vantardise l'espérer.

Mais si, dans la pensée des fondateurs de l'État du Congo, il y a eu, aux yeux des esprits prudents, quelque méprise au sujet de la puissance arabe, les résultats que donne dès à présent, même sous un régime encore troublé, l'exploitation des ressources naturelles du pays sont bien faits, comme nous allons le constater, pour reconforter les courages hésitants et même justifier les espérances les plus optimistes des partisans de notre expansion coloniale.

Pendant l'année 1895, le mouvement d'exportation de l'État indépendant s'est chiffré par une somme de 12 135 656 francs. Dans cette somme, le commerce spécial, c'est-à-dire le commerce général sans le transit, compte pour 10 943 000 francs. La Belgique a reçu, pour sa part, dans ce mouvement, pour près de 9 millions de francs de marchandises, soit donc presque la totalité.

Le commerce d'importation de l'État du Congo, pour la même année 1895, s'est élevé à 11 836 033 fr. — chiffre du commerce général, — et à 10 685 847 francs, chiffre du commerce spécial. Sur cette dernière somme, la Belgique a prélevé 6 003 465 francs, puis viennent l'Angleterre avec 2 037 107 francs, l'Allemagne avec 908 473 francs, et les Pays-Bas avec 863 203 francs.

En résumé, sur un chiffre total d'affaires de 21 628 866 francs, — commerce spécial d'importation et d'exportation avec l'État indépendant du Congo, — la Belgique a encaissé plus de 15 millions de francs, soit presque les trois quarts.

Nous ne voulons pas abuser des chiffres, mais il ressort des statistiques publiées par l'État indépendant, pour les années 1893 et 1894, que le mouvement du commerce général de l'État est en progression incessante et consi-

dérable et — constatation bien plus intéressante encore — que la part de la Belgique dans ce mouvement est montée, en deux ans, de 50 à 75 pour cent. Nous en concluons immédiatement que le « débouché » fonctionne.

Ces résultats, assurément très encourageants eu égard aux circonstances peu favorables pour le commerce qui accompagnent la période de croissance d'une colonie, sont destinés à se consolider encore. En effet, parmi les produits naturels qui abondent au Congo, se trouve, en première ligne, le caoutchouc dont l'exploitation à peine commencée, non encore organisée méthodiquement, donne d'ores et déjà des résultats satisfaisants, riches surtout d'espérances vers un avenir superbe. Dans la statistique des produits exportés par l'État indépendaut du Congo en 1895, le commerce du caoutchouc figure pour 2 082 585 fr., avec à peu près 500 tonnes. Or, comme il est acquis que les meilleurs produits viennent du Kassaï et de la zone arabe, — zone qui ne tardera pas à être travaillée dans toute son étendue, — on peut admettre, sur la foi et d'après l'expérience des agents de l'État et des spécialistes compétents en la matière, que le rendement régulier du Congo en caoutchouc sera, dans un temps très rapproché, de quatre à cinq mille tonnes par an. Le gain sur cet article représentant actuellement cent pour cent, et la consommation du caoutchouc dont les usages se développent constamment étant énorme, — actuellement environ 400 millions de kilogrammes par an, — on voit quel avenir prestigieux est réservé au commerce du caoutchouc du Congo.

Ce résultat est si bien dans les événements de demain qu'un journal, *La Réforme*, — connue par son opposition irréductible à la colonisation, — ne peut s'empêcher de le constater, et voici en quels termes :

« Le stock de caouchouc congolais provenant de l'exploitation du domaine de l'État prêt à être dirigé sur l'Europe dès que les moyens de transport le permettront est estimé à deux mille tonnes.

» Le prix moyen du caouchouc étant actuellement de 6 francs le kilog., il y a là une recette en perspective de 12 millions de francs dont l'encaissement pourrait modifier sensiblement l'équilibre des prochains budgets de l'État indépendant du Congo. »

Nous ne parlerons que pour mémoire de l'ivoire, bien que ce produit figure dans la statistique de l'exportation du Congo, en 1895, pour la somme, assurément peu négligeable, de 6 334 380 francs, représentant 316 tonnes. Les adversaires de la question coloniale prétendent, en effet, que l'ivoire constitue une ressource passagère. Pour conserver à notre étude toute la rigueur scientifique possible, nous ne ferons pas état de ce produit comme ressource permanente, bien qu'il soit prouvé que dans les grandes forêts de l'État, non entièrement explorées jusqu'à présent, il existe de nombreuses troupes d'éléphants et que, par conséquent, il y a là, de ce chef, pour l'État une réserve dont l'exploitation judicieuse, prudemment conduite, peut alimenter le commerce de l'ivoire pour de longues années encore.

En revanche, une des grandes ressources encore de l'État pour l'avenir, c'est la culture du café. Le caféier pousse naturellement au Congo, il est exploité industriellement dans les possessions portugaises voisines de l'État indépendant, comme en témoignent les 83 080 kilos — dont valeur 149 544 francs — passés en transit à Banana, en 1895, et qui figurent dans le tableau du commerce général du Congo pour cette année. Les essais de plantation du caféier faits dans les stations de l'État réussissent parfaitement, ils ont donné une fève dont la qualité marchande, déterminée par experts, assure au commerce du café du Congo une rémunération des plus satisfaisantes, sinon de plantureux bénéfices.

Les tentatives faites en vue de cultiver le tabac au Congo ne sont guère, paraît-il, aussi concluantes : si la plante pousse vigoureusement, la qualité comme l'arome laisse encore à désirer. Mais tout le monde sait que la culture

du tabac demande des terres appropriées, outre des soins spéciaux et de grandes connaissances de la part du planteur. Cette culture, bien qu'*à priori* on ne puisse dire dès maintenant qu'elle ne réussira pas dans des terres en tout semblables aux terres chaudes de Cuba, du Yucatan, de la Floride, du Brésil, des Philippines, demandera, en tout état de cause, une mise en train suffisamment longue pour que, dans la détermination des ressources actuelles ou à bref délai de l'État indépendant du Congo, il soit prudent de n'en pas faire mention.

L'État, enfin, organise en ce moment d'autres essais, pour recueillir le cacao, la vanille, l'indigo, il s'est fait planteur de cannes à sucre. Mais, encore une fois, ces essais, qui doivent se développer sur de grands espaces et durant une période suffisamment prolongée, ne peuvent être pris en considération dans la question qui nous est soumise.

Outre le caoutchouc, — et dans un temps très rapproché le café, — parmi les autres produits de consommation en Europe et que le Congo livre en abondance, sont les noix palmistes, — pour 1 242 825 francs en 1895, — l'huile de palme, les copals. Ces articles constituent, pour ainsi dire, une mine inépuisable et de grand rapport pour notre commerce, si celui-ci *veut* détourner à son profit — comme cela a été fait avec succès déjà pour le caoutchouc et l'ivoire — un trafic monopolisé jusqu'ici entre des mains anglaises et françaises.

Pour finir cet ordre d'idées et faisant abstraction des produits minéraux, du fer, du cuivre, qui existent au Congo, que les Nègres travaillent, mais dont l'exploitation intensive, industrielle, se fera toujours dans des conditions pénibles, nous devons ranger dans la catégorie des produits naturels du Congo, appelés à un grand avenir, les bois de construction et d'ébénisterie, le teck, l'ébène, l'acajou, qui abondent dans les régions équatoriales.

Au surplus, nous renvoyons nos lecteurs dont les con-

victions ne seraient pas faites au sujet
naturelle du Congo, aux rapports des hon
ment compétents dans la matière, à ceux d
triotes qui ont séjourné sur le sol africain
au point de vue de leur spécialité ; notamm
naturaliste et géologue M. Ed. Dupont, à
naire Meuleman, à M. l'agronome Laure
d'autres dont le témoignage ne saurait être
sement.

Mais — et cette considération, d'ordre c
tout le débat — tous les produits du Cong
nature comme ceux du travail du Nègre
être livrés en abondance, à bon marché, —
fonction *utile* du commerce, — en d'autres t
merce du Congo avec la Belgique ne sera
fructueusement praticable, le Congo, en ur
*exploitable* que lorsque le chemin de fer
Stanley-Pool sera livré à la circulation de
L'économie politique nous l'enseigne : si la
se produire par la terre, le capital et le
qu'elle *profite* à la société, il faut qu'elle *ci*

Si la question est démontrée en ce qui
richesses naturelles du Congo, s'il est avéré
livre déjà maintenant — et livrera dans
fort rémunératrices quand le transport à b
sera assuré — toutes espèces de matières
l'industrie européenne, à l'industrie natic
reconnu que le Congo a de quoi alimenter
merce d'exportation, on conteste, en reva

(1) M. Laurent, professeur à l'Institut agricole de Gemb
mois au Congo. A la suite de l'étude qu'il a faite des plan
existantes et des moyens mis en œuvre par l'État pour le
cette culture, il affirme qu'en 1900 les plantations s'éte
2000 hectares, lesquels produiront de 2500 à 3000 tonnes
pieds auront atteint leur sixième année. Il s'agit ici uniqu
de l'État et non des plantations créées par les compagnies

Nègres soient jamais dans les conditions voulues pour employer nos fabricats, consommer nos produits. En un mot, si pour l'avenir économique du Congo le côté *exportation* est plein de promesses séduisantes, l'autre côté du dyptique, c'est-à-dire le côté *importation des choses d'Europe,* paraît se présenter sous des dehors beaucoup moins brillants.

Si nous consultons la statistique des marchandises importées de l'Europe dans l'État indépendant du Congo en 1895, nous constatons que sur un chiffre d'affaires de 10 687 845 fr., — chiffre du commerce spécial, c'est-à-dire des marchandises pour la consommation dans l'État même,— les objets consommés par la population indigène, c'est-à-dire les tissus de coton et de laine, les verroteries, les fusils à silex et à piston, la poudre et l'eau-de-vie de traite, entrent dans le relevé total pour une part proportionnelle supérieure à 3 millions, soit près du tiers. Les autres marchandises importées sont consommées par les agents employés aux travaux de mise en valeur de l'outil économique : construction de voies ferrées, création de stations, de factoreries, utilisation des voies navigables par des bateaux et steamers, continuation méthodique de l'exécution du plan arrêté pour la protection et la sécurité de l'État — base fondamentale de tout établissement colonial. Mais ces matériaux nécessaires à cette mise en valeur de la colonie, indispensables aux travaux de premier établissement, ont, pour la plupart, été fournis par nos industriels, et les marchandises consommées en Afrique par l'*Européen* constituent un capital dont le rendement, pour n'être pas immédiatement tangible, n'en a pas moins une action réflexe réelle sur l'évolution économique de la colonie.

Parmi les objets que fournit l'industrie belge au commerce d'importation du Congo, il en est dont l'usage par les indigènes, par les Nègres, est vivement discuté dans ces milieux philanthropiques qui n'admettent pas que la

rigueur des principes puisse fléchir devant certaines nécessités tout à fait temporaires, devant certaines habitudes vicieuses, qui ont été inoculées aux populations noires par d'autres que les Belges, habitudes avec lesquelles il faut compter *au début* si l'on veut réussir. Il est certain qu'un commerce d'importation qui serait alimenté uniquement par le trafic des armes, des poudres et des eaux-de-vie de traite servirait peu la cause de la civilisation. Mais fort heureusement, comme on sait, il n'en est pas ainsi.

L'Angleterre, l'Allemagne, les Pays-Bas entrent pour une assez large part — 3 780 000 fr. sur 11 836 000, chiffre total — dans le mouvement d'importation au Congo. Ce fait semble donner raison à ceux qui prétendent que la clause du commerce libre dans le bassin conventionnel du Congo, imposé par l'Acte de Berlin du 26 février 1885 réglant la condition internationale de l'État indépendant, est une lourde servitude pour le commerce belge si la Belgique reprend le Congo. Nous ne répondrons à cette objection que par ce seul mot : il est démontré, quoi qu'on ait pu dire, par la science économique et l'histoire des relations de l'Angleterre et des Pays-Bas avec leurs colonies, que là où flotte le drapeau national, là règne en maître le commerce national. Si les Anglais et les Hollandais commercent avec le Congo, cela prouve d'abord qu'ils ont plus de hardiesse que nos compatriotes, mais il y a en outre une raison spéciale. Les Noirs d'Afrique sont habitués à certains tissus de laine et de coton que nos industriels ne fabriquaient pas. Aujourd'hui, quelques-uns de ceux-ci, faisant montre d'initiative, ont modifié leurs procédés de façon à pouvoir fabriquer les cotonnettes indiennes, les *saved list* et autres, recherchées par les Noirs. Ces fabricants ont pleinement réussi. Mais l'exemple donné par ces industriels devrait être généralisé, car il y a encore pas mal d'articles — les verroteries

par exemple — dont les Noirs font une grande consommation et que l'État indépendant est forcé de demander à l'industrie étrangère faute de pouvoir se les procurer dans le pays. Nous émettons donc l'espoir que l'industrie belge, devançant le jour où la stabilité politique du Congo, devenu colonie belge, sera assurée pleinement, certaine dès maintenant de ce débouché, saura plier sa fabrication aux exigences de ses clients noirs.

Il a été beaucoup bataillé autour de la question de l'accessibilité du Noir à la civilisation européenne. Le Nègre sera-t-il jamais un consommateur des produits et des choses d'Europe ? La question est assurément intéressante. A notre avis, elle n'est pas susceptible d'une réponse absolue, immédiate. La civilisation du Noir ne constitue pas une formule intégrale s'appliquant à tous les cas indistinctement. On a réussi plus ou moins bien à Saint-Domingue, à Haïti, plutôt mal que bien aux États-Unis, mais ici ce n'est peut-être pas entièrement la faute au Nègre si la soi-disante liberté qui lui a été accordée ne l'a pas tiré de son état d'abaissement. Ceux qui ont étudié la situation morale des États-Unis, sur place même, nous comprendront : le Nègre affranchi est resté à Washington, comme à la Nouvelle-Orléans, un « *colored man* », un paria dont on fait un serviteur à gages, à défaut de l'esclave. L'État indépendant, qui a affaire à des populations vierges, se trouve bien placé pour faire une expérience nouvelle, et il semble que les résultats déjà obtenus ne soient pas trop décourageants, s'il faut en juger par le côté matériel, par les chiffres que nous avons cités. Ce qu'il faut rechercher avant tout, c'est *utiliser* le Nègre qui doit former le terme essentiel du débouché, faire d'un client *pauvre* un client *riche*. Il faut donc, sous la *direction* de l'Européen, — car l'Européen doit se borner à diriger, à assurer la sécurité par sa présence, — apprendre au Nègre à s'enrichir en lui montrant à tirer un meilleur parti du sol, en lui appre-

nant à préparer des produits qui lui rapportent davantage, à acclimater des cultures étrangères plus rémunératrices. En d'autres termes, la civilisation du Nègre doit commencer par la période *agricole*, la période commerciale et industrielle viendra après. C'est ce que l'État indépendant a pratiqué : il a placé sur un grand nombre de points de son immense territoire, points judicieusement choisis, des éléments *directeurs* qui s'assistent, se conseillent, se protègent mutuellement sous l'œil du gouvernement local. Ces postes dans leur ensemble forment un vaste réseau, génialement conçu, s'imposent au respect des indigènes, leur assurent la paix et la sécurité, leur apprennent à utiliser le sol, et préparent ainsi le développement de la civilisation, par étapes successives. Malgré les déboires qui fatalement doivent se produire et n'étonnent que les colonisateurs en chambre, la civilisation du continent noir par les Belges est donc vigoureusement amorcée, l'œuvre est pleine de vie, elle produit déjà des fruits. Sans doute, il faudra de nombreuses années encore avant que le commerce et l'industrie belges puissent placer chez les Nègres la *contre-partie* de ce que ceux-ci sont capables de produire; les besoins chez un peuple neuf ne se développent que lentement; mais les résultats atteints dès aujourd'hui sont tels qu'en présence de l'avenir qui menace notre situation économique dans le monde, il est de notre intérêt le plus évident de chercher à consolider ces résultats, à les étendre. Ce que nous savons maintenant du Congo, de son sol, de ses ressources, des progrès accomplis dans toutes les directions, est un puissant stimulant à persévérer.

## CHAPITRE IV.

### LE CHEMIN DE FER DU CONGO.

C'est une vérité devenue banale à force d'avoir été répétée depuis Stanley qui la formula, le premier, après avoir découvert à nouveau le Congo :

« Si le chemin de fer ne se construit pas, tout l'État du Congo, quelle que soit l'immensité de ses ressources, ne vaudra pas une pièce de deux shellings. »

Mais le chemin de fer se construit, il est à moitié achevé. C'était, il faut le reconnaître, une conception hardie que cette entreprise dans un pays incomplètement connu, sous un climat de feu, à travers les difficultés de tout genre : difficultés énormes du sol, difficultés de recrutement des travailleurs, difficultés de ravitaillement ; c'est une œuvre gigantesque que ces quatre cents kilomètres de voie ferrée qui relieront Matadi à Léopoldville. Aussi devait-elle, de même que l'idée coloniale, dont le chemin de fer était une des expressions, rencontrer une opposition vive dans un pays rendu défiant à l'égard de toute formule nouvelle par de longues années d'une trompeuse quiétude à laquelle seuls les chocs de la grande marée démocratique ont eu le don de pouvoir l'arracher dans ces derniers temps. C'est surtout dans les rangs de la bourgeoisie belge, elle qui caractérise à un si haut degré notre tempérament national, que l'opposition fut la plus accentuée. Le bourgeois belge, — nous ne parlons pas, bien entendu, de l'élite intellectuelle, mais du bourgeois bourgeoisant, celui qui forme la masse, — c'est ce citoyen solennellement attaché aux institutions de son pays, travailleur estimable, père de famille modèle, mais qui ne veut pas qu'on lui change son horizon, habitué à se mouvoir dans la sphère des choses immédiatement contingentes, celle

qui s'étend de la porte de Flandre à Ste-Gudule. Joignez à cette « situation d'âme » ce travers — qui en est le succédané — de tout dénigrer, de tout « abîmer », produit de l'esprit de cabaret et de la petite presse potinière, travers que feu Malou, le spirituel ministre d'État, connaissait admirablement et définissait ainsi : « Quand je rencontre un de mes compatriotes, je ne demande pas comment il va, mais de quoi il se plaint. »

Le bourgeois belge a donc vu avec terreur le gouvernement s'engager dans ce que l'opposition appelait l'aventure congolaise, — quitte à l'admirer le premier quand elle aura réussi : ce sera lui qui en aura pronostiqué le succès ! Mais le chemin de fer, la construction d'un chemin de fer dans l'Afrique équatoriale, quelle folie ! Et comme des œuvres de cette envergure, entreprises par des hommes qui y avaient à faire leur éducation, ne se développent pas sans les tâtonnements indispensables de la première heure, sans mécomptes, sans surprises, sans sacrifices parfois douloureux, on conçoit combien ces difficultés, exploitées par les adversaires de l'idée, ont dû paraître énormes, invincibles, surtout vues à la distance qui sépare Boma de Bruxelles, combien l'entreprise a été accueillie avec méfiance dans ce milieu essentiellement défiant et frondeur.

C'est ce qui explique la campagne passionnée conduite en Belgique avec un acharnement sans exemple contre le chemin de fer du Congo. Des erreurs graves ont été commises, elles ont été franchement reconnues, elles étaient peut-être inévitables, elles sont de tous les grands travaux ; mais à l'heure actuelle, — et c'est là le fait saillant ! — l'œuvre est sauvée, elle vit, elle rapporte. Les chiffres le prouvent, les témoignages parlent. Plus de la moitié du tracé, soit 200 kilomètres, est achevée et exploitée. Et par une heureuse compensation de l'erreur commise dans l'évaluation des dépenses de construction, les recettes dépassent largement les chiffres prévus.

Le chemin de fer du Congo a fait dernièrement à la Chambre des Représentants l'objet d'un débat approfondi. Comme l'a établi fort nettement et avec la valeur de son autorité scientifique et de sa grande loyauté l'honorable rapporteur de la section centrale, M. Helleputte, depuis que le gouvernement — et le pays — possèdent au sujet de la situation du chemin de fer en construction au Congo un document positif, d'une sincérité incontestée, émanant de fonctionnaires responsables, d'hommes compétents, désintéressés dans la question, depuis qu'on se trouve en présence du rapport de la commission des ingénieurs envoyés là-bas pour faire le « diagnostic et le pronostic » de cette entreprise qu'on déclarait pas née viable, dont on niait même l'existence, la question est devenue fort claire.

Les conclusions de la commission technique caractérisant sans contestation possible la situation de l'affaire, nous croyons utile de les reproduire :

« En résumé, la commission pense que, réserve faite de la déformation des courbes de la voie, la ligne construite se trouve dans des conditions convenables de stabilité.

» Le matériel roulant est de bonne construction, les ateliers sont bien établis, et leur outillage est bien complet, mais l'entretien des locomotives laisse à désirer et les bandages des véhicules devraient être rafraîchis plus souvent.

» La marche des trains est régulière et, sans rien changer à leur organisation actuelle, la ligne suffirait largement à un trafic annuel de près de 30 000 tonnes.

» Les travaux de l'avancement sont bien conduits, exécutés avec de bons matériaux et suivant les règles de l'art ; ils sont poursuivis avec une grande activité.

» Le prolongement de la ligne jusqu'au Pool ne présentera pas de difficultés plus grandes que celles rencontrées au-delà du massif de Palaballa.

» L'entreprise pourrait être achevée dans un délai de quatre ans et demi, c'est-à-dire pour fin 1900.

» Le coût kilométrique de la ligne restant à construire n'atteindra pas 130 000 francs. »

A nous aussi de conclure. Le chemin de fer du Congo est désormais un fait acquis, sa construction sera achevée pour le commencement du xx^e siècle, et comme le trafic ne lui manquera pas, que ce trafic constitue le commerce général de l'État indépendant du Congo, c'est-à-dire l'exploitation méthodique et à bon marché des ressources immenses de l'État, en même temps que les capitaux engagés dans la construction du chemin de fer recevront une rémunération suffisante, l'avenir économique de l'État fondé sur les rives du grand fleuve africain sera assuré, sa valeur vénale pour l'amateur qui voudra l'acquérir — en admettant que la Belgique n'en veuille pas — sera centuplée. C'est dire en même temps que le succès technique et financier du chemin de fer de Matadi à Léopoldville aura eu une action réflexe considérable sur l'opinion que le public s'est formée au sujet de l'avenir du Congo, et que le succès du chemin de fer fera le succès de l'idée coloniale.

Aujourd'hui déjà, quelques-uns de ceux qui ont mené la campagne anti-congolaise — avec la meilleure foi, nous le croyons — font amende honorable en ce qui concerne le chemin de fer et avouent qu'ils se sont trompés sur la vitalité de l'entreprise. L'opinion publique, égarée, faussée, revient de ses emballements. Il en sera de même pour l'idée de l'expansion coloniale. A l'heure actuelle, les déboires dont le chemin de fer a fini par avoir raison, ces déboires mêmes plaident, et combien éloquemment ! en faveur des difficultés que rencontre l'État. Un seul argument reste debout, insuffisamment vaincu, c'est le climat. Si les adversaires de la colonisation en Afrique équatoriale pouvaient admettre que le climat est un facteur modifiable jusqu'à un certain degré avec les progrès de l'occupation, toutes les autres objections d'ordre politique ou social — que nous considérons comme quantités négli-

geables — seraient balayées, les chiffres du commerce effectué, des profits réalisés, ces arguments par excellence, achèveraient la conquête de l'opinion publique.

## CHAPITRE V.

### LE CLIMAT DU CONGO.

Le climat, voilà le grand cheval de bataille des adversaires de l'expansion belge au Congo ! Le climat du Congo ne permet pas au Blanc d'y travailler et même d'y séjourner longuement, bien loin d'y vivre et de procréer ; il s'oppose à tout établissement. Quant au Noir, un soleil de feu l'a rendu ataviquement paresseux, et, comme ses besoins sont limités, il n'éprouve pas le désir de travailler plus qu'il ne faut pour les satisfaire. Voilà bien le thème qui constitue l'argument des adversaires du Congo belge.

Il faut le reconnaître loyalement, — les faits le prouvent d'ailleurs à suffisance : — sauf dans quelques parties élevées où l'influence du Blanc ne tardera pas à s'asseoir définitivement, sur les plateaux du Katanga, le climat du Congo n'est pas bon. Dans le Bas-Congo il est franchement mauvais, nulle part il ne sera jamais *excellent*. On s'est battu, sur ce point, de part et d'autre, à grands coups de chiffres, — tels les chantres du *Lutrin* de Boileau maniant avec fracas les missels et livres sacrés ; — mais, en admettant que les statistiques avancées par ceux qui ont plaidé les circonstances atténuantes en faveur du climat africain soient toutes absolument convaincantes, il faut bien reconnaître qu'elles n'ont pas eu le don de faire revenir l'opinion de la grande masse de son appréciation, jusqu'ici résolument défavorable aux conditions climatériques du Congo. Et comme pour lui donner une ultime raison, les décès, dans ces derniers

parce que les guerres qu'ils ont conduites — justifiées ou non — ont coûté au pays et à l'humanité des milliers et des milliers d'existences ? Mauvais exemples, dira-t-on. Soit ; mais l'Église n'a-t-elle pas répandu à flots le sang de ses confesseurs pour l'établissement de sa doctrine ? Aujourd'hui même, Rome songe-t-elle à arrêter sa propagande à travers le monde pour le maintien de l'Idée catholique parce que son armée de missionnaires subit par ici et par là des pertes glorieuses ?

Nous avons cité ces faits sans les discuter, uniquement pour en déduire que toute entreprise humaine coûte des existences à l'humanité, en vertu de cette loi *naturelle* que toute force, toute influence, tout but à atteindre exige pour sa conquête une consommation d'énergie. La politique coloniale, en Belgique, a en vue la résolution de deux problèmes : conquérir au commerce et à l'industrie belges les larges débouchés qui lui sont nécessaires, — c'est le problème matériel ; — appeler à la civilisation chrétienne une race malheureuse, hier encore odieusement opprimée, — c'est le problème social et humanitaire. Et ces deux buts à atteindre, dont la conquête anoblit en même temps qu'elle enrichit une nation, ne mériteraient pas des sacrifices ! On en voudrait à ces sacrifices librement consentis, au glorieux trépas de tous ces intrépides qui partent, ayant au cœur la flamme du devoir et dans la tête la volonté ferme de vaincre ! Ce mépris du danger, ces morts sur le champ de bataille pour la civilisation, qui donc oserait les blâmer, aimant l'honneur de son pays !?...

## CHAPITRE VI.

### LA POLITIQUE COLONIALE.

Les entreprises coloniales développent le génie commercial des peuples, excitent en un haut degré l'esprit d'initiative et quand, en outre, elles s'inspirent d'une

pensée humanitaire comme au Congo, où les Belges travaillent à la rédemption de la race noire, l'expansion coloniale devient un titre de gloire aux yeux du monde civilisé pour le peuple qui la poursuit, grandit ce peuple, s'il est faible politiquement, au rang des nations de premier ordre.

Les colonies et le commerce colonial font la force de l'Angleterre et de la Hollande ; la politique coloniale est pour une large part dans le prestige de grande nation que la France a gardé, malgré ses défaites, la mutilation de son territoire, la diminution de sa population ; si l'Espagne et le Portugal ont gardé un rang honorable parmi les peuples de l'Europe, c'est en raison du vaste empire colonial qu'elles ont possédé, en raison de leur glorieux passé dans l'histoire de la colonisation, en raison des colonies qu'elles détiennent encore aujourd'hui. Et l'influence politique — pour ne parler que de celle-là — qu'apportent à la mère-patrie l'exportation des hommes et des idées, l'établissement dans des pays nouveaux de ces collectivités humaines gardant si fidèlement leurs mœurs, leurs coutumes, la religion du pays natal, cette influence est tellement considérable que l'Allemagne s'est engagée, à son tour, dans les entreprises coloniales, que tous les gouvernements, à tour de rôle, subissent les effets de cette loi d'expansion dont une des manifestations les plus caractéristiques est encore le débordement de la race slave vers le Bosphore et les Indes.

La politique coloniale, — objectent ses adversaires, — est surtout une politique de chauvinisme, de gloriole patriotique, elle se paie fort cher. Pour répondre entièrement à cette objection, il faudrait analyser le budget colonial de l'Europe. Comme cela nous entraînerait au delà des limites que nous nous sommes tracées pour cette étude, déjà assez longue, nous nous bornerons aux raisons de principe. Or, personne ne contestera que les résultats de la politique coloniale, comme de toute politique gou-

vernementale d'ailleurs, sont en rapport procédés employés, le tempérament des régime attribué à la colonie. Ainsi la po de l'Angleterre est fondée sur un régime self-government; les Anglais ont, par ex des affaires, le génie du commerce pouss degré; les meilleurs coins du globe ont accaparés par leurs mains; la colonisation à faire la puissance de l'Angleterre.

La Hollande, instruite par diverses e malheureuses, après un régime d'exploit a adopté pour ses colonies les principe politique britannique. Cette orientation d coloniale hollandaise a produit les effets l et jamais le mouvement commercial entr les Indes orientales néerlandaises — un francs en 1893 — n'a atteint un chiffre a également le mouvement commercial géné hollandais n'a été aussi grand.

Les bénéfices que la Hollande retire de accordé à ses colonies sont nombreux. N Hollandais y font fructifier leurs capitau cent leurs fils, il y envoient une foule de ont reçu une instruction appropriée, et c des situations très rémunératrices. Perso ne conteste les avantages de la politique

Le budget de la France se solde en défici un gros argument des anti-coloniaux. Ou de chercher les causes de cette situation que la France impose à ses colonies, ré ment centralisateur et de fonctionnarism cher par conséquent, dans le peu de goût se trouvent bien chez eux à s'établir outre eux-mêmes au lieu de le faire par person les colonies françaises, notamment l'Algé par des races historiques, souvent belliq

contenir par un appareil militaire dispendieux. Mais, pour employer le mot de Bastiat, si ce qu'on voit c'est le déficit, ce que l'on ne voit pas mais qui se sait en France, c'est le bénéfice indirect qu'apportent au commerce de la nation ses établissements commerciaux, et ce bénéfice l'emporte de beaucoup sur le chiffre du déficit. Répétons-le d'ailleurs : la France, sans ses colonies, n'aurait plus en Europe le rang qu'elle peut légitimement revendiquer. N'y eût-il que cette raison d'influence politique, jamais le gouvernement français ne songerait à se débarrasser de la moindre, de la plus mauvaise de ses colonies.

Il en est de même de l'objection qu'on tire de la déchéance des colonies espagnoles et portugaises pour l'opposer au principe colonial. Comme la situation de ces colonies est due surtout à des causes politiques, inhérentes au tempérament national, absolument en dehors du *principe*, nous ne nous attarderons pas à la discuter.

Le principe est donc fécond au point de vue matériel, *directement* ou *indirectement*. Répétons-le : si le fait a été contesté, jamais il n'a été nié par les intéressés, c'est-à-dire par les peuples à colonies, puisque aucun pays, jusqu'ici, n'a abandonné un pouce de son patrimoine colonial. Existe-t-il preuve plus éloquente en faveur du principe?

La politique coloniale est bonne aussi sous le rapport moral : sous le rapport de l'éducation du peuple, elle trempe le caractère et élève l'idéal. Si la Hollande, au XVII^e^ et au XVIII^e^ siècle, a pu jouer un rôle aussi considérable sur la scène du monde, si elle a étonné les peuples par l'épanouissement merveilleux de sa puissance sur terre et sur mer, par le courage et l'énergie invincibles de ses enfants, c'est, croyons-nous, parce que les Hollandais ont, de bonne heure, osé jeter les yeux au delà de leurs frontières, se sont bravement lancés sur les flots à la recherche de territoires nouveaux, ont montré leur pavillon sur toutes les mers. Si aujourd'hui encore les descendants de ces

marins intrépides, de ces colonisateurs hardis, de ces commerçants patients et tenaces ont conservé ce caractère ferme, ce sang-froid qui les distingue dans les circonstances critiques et les conduit à prendre des résolutions toujours viriles, sans cris ni démonstrations, c'est à la forte école de la colonisation qu'ils ont puisé ces nobles vertus.

Nous, Belges, ne pouvons-nous aspirer à imiter nos frères bataves? N'avons-nous pas, outre l'intérêt matériel, un immense intérêt moral qui doit nous attacher aux rives du grand fleuve africain, au continent noir ? La politique coloniale pratiquée par les Belges au Congo ne pourrait-elle pas être cette école des caractères, cette école des hommes forts qui nous fait défaut ? Sans doute, comme dit Chrysale dans les *Femmes savantes*, on « vit de bonne soupe et non de beau langage »; mais s'il est démontré que le Congo peut augmenter nos jouissances matérielles, si, en même temps, l'œuvre que nous accomplissons la-bas est de nature à nous donner de hautes satisfactions morales, n'est-ce pas là une considération importante à ajouter à toutes celles qui plaident en faveur de l'entreprise africaine ? Écoutez donc en quels termes élevés M. Woeste (1), avec la clarté d'esprit de l'homme d'État, a justifié cette considération, devant ses collègues du Parlement; on ne pourrait vraiment mieux dire :

« Je suis de ceux, disait l'éloquent député, qui pensent que les hommes ont des devoirs à remplir les uns envers les autres, et qu'il en est de même des nations.

» Sans doute, un petit pays comme la Belgique, n'ayant ni trésors abondants, ni flotte, ni armée nombreuse, ne peut, au point de vue du développement de la civilisation, faire ce que font les grandes nations.

» Cependant lorsque, par fortune, il lui est donné de

(1) Séance de la Chambre des représentants du 7 mai 1896.

pouvoir coopérer à une œuvre de civilisation, selon moi il est de son devoir de ne pas reculer.

» En vérité, nous sommes singulièrement faits. Nous applaudissons à toutes les conquêtes de la civilisation dans le passé, et aujourd'hui nous hésitons à coopérer à l'œuvre du Congo.

» Au IVe siècle, quand les Barbares ont envahi l'Europe, toutes les forces de la civilisation se sont employées à les assouplir, à les discipliner : nous applaudissons !

» Quand, un peu plus tard, l'Europe a été menacée par le flot montant de la polygamie et du fatalisme, les croisades l'ont arrêté, nous applaudissons encore !

» Quand, plusieurs siècles après, les Espagnols et les Portugais ont soustrait l'Amérique à la domination ici des sauvages, là des Incas, nous continuons à applaudir!

» Quand les Anglais, dans l'Inde, ont mis fin à des pratiques révoltantes, véritables crimes de lèse-humanité, nous applaudissons toujours !

» L'Afrique était restée en dehors de ce mouvement civilisateur ; voici que, par une haute initiative, la barbarie y est battue en brèche de toutes parts, et la Belgique hésiterait à s'associer à ce grand ouvrage !

» On nous dit : Occupons-nous des Belges et non des Nègres! Sans doute, il faut s'occuper des Belges, et nous ne faisons pas autre chose dans les travaux laborieux auxquels se livre le Parlement. Mais quand, d'autre part, en vertu de la solidarité qui existe entre les nations, il nous est permis de contribuer à une œuvre de civilisation, je dis qu'il ne serait pas digne du caractère généreux de ce peuple de ne pas vouloir y contribuer.

» Comment ! nous avons en mains les bienfaits de la civilisation, nous pouvons ouvrir ces mains et répandre ces bienfaits sur un immense continent, et notre réponse, chef-d'œuvre d'égoïsme, serait : Nos mains doivent demeurer fermées! Je ne puis m'associer à une telle abdication. »

Avec ce langage fier et généreux contraste péniblement la campagne violente menée en ce moment contre l'État indépendant du Congo, non seulement hors du pays, mais encore par bon nombre de nos compatriotes.

La colonisation du Congo vise à la fois des intérêts moraux et matériels : si elle poursuit un but élevé, elle ne peut vivre uniquement de sentiment, elle doit être positive dans la mesure du nécessaire. Sur ce terrain, des froissements se sont produits, des dissentiments graves se sont élevés : ils étaient en quelque sorte inévitables. Mais jusqu'ici la prudence du gouvernement de l'État avait réussi à apaiser les conflits et à trouver des arrangements où les intérêts rivaux étaient suffisamment sauvegardés. Un incident que tout le monde connaît a rallumé la lutte, de toutes parts se dressent des accusations dont quelques-unes, réellement horribles, ne visent à rien moins qu'à couvrir de boue sanglante le drapeau de l'État, à salir d'une tache indélébile l'honneur de l'armée belge ! C'est qu'à côté des incriminations vagues de jadis, cette fois ont surgi des faits précis, des *noms* ont été mis en avant, des actes qui, si réellement ils avaient été posés, seraient une honte inoubliable pour leurs auteurs — et pour l'humanité. Mais ces actes de lèse-civilisation ont-ils réellement été commis ? Nous en doutons pour notre part, et nous croyons qu'il n'y a là que des exagérations perfides, des accusations méchamment généralisées à propos de faits qui, s'ils ont été posés, n'ont pu l'être que par des cerveaux détraqués, par des fous furieux. Quel est l'homme calme et sensé à qui l'on puisse faire croire que notre armée renferme dans son sein tant de monstres ?

Sans doute, la presse belge est dans son rôle en reproduisant ces accusations, du moment qu'elle a la preuve de leur sincérité et de leur bien-fondé, elle rend service à l'État indépendant, à l'armée, à la civilisation ! En clouant les auteurs des crimes, *reconnus comme tels*, au pilori de l'opinion publique, elle remplit une mission,

elle agit comme elle fait quotidiennement en signalant à la réprobation des masses les multiples forfaits de notre civilisation si raffinée pourtant, ces assassinats que l'imagination ne pourrait concevoir, ces banqueroutes honteusement cyniques, ces escroqueries révoltantes, ces vols, ces abus de confiance, c'est-à-dire le bilan journalier de la criminalité. Mais songe-t-elle à condamner en bloc la civilisation qui a produit les coupables, à stigmatiser du même opprobre les corps d'état : armée, magistrature, clergé, la presse, le peuple, la bourgeoisie, les classes de la société auxquelles ces hommes appartiennent ? Ce serait insensé, et cependant c'est l'opinion qui se dégage — tant la calomnie fait de ravages — de la campagne engagée : l'État indépendant, ses chefs, les officiers, tout est englobé dans la même grave accusation de cruauté et de barbarie, d'odieuse exploitation du Noir !

Mais laissons la parole au *Bien Public*, à la magnifique protestation patriotique qu'elle oppose à ces calomnies que certaines jalousies peuvent *expliquer* — nous ne disons pas *justifier* — mais que notre fierté nationale devrait hautement répudier. Tous ceux — et ils sont heureusement encore légion — qui ont à cœur l'honneur de leur pays applaudiront à ce langage superbe.

« Ce qui serait inexplicable, écrit le *Bien Public*, ce serait de nous voir nous-mêmes accueillir avec une placide indifférence des imputations aussi directement contraires à notre honneur national. Aucun peuple au monde ne supporterait de sang-froid d'aussi sanglants outrages, et, si nous n'avons à leur opposer que l'hébétude et l'impassibilité, on pourrait dire à bon droit que c'en est fait du patriotisme belge.

» Remarquons, en effet, que la politique coloniale n'est pas en cause dans ce débat. Les meilleurs patriotes peuvent avoir des opinions très diverses sur les conditions d'existence et sur l'avenir de l'État indépendant du Congo ;

mais ce qui est intolérable, c'est que les membres de l'armée belge qui vont, au péril de leur vie, travailler à la civilisation de ces contrées lointaines, soient représentés comme de véritables monstres, avides de pillage, de débauche et de sang ; ce qui est plus révoltant encore, c'est que le Souverain du Congo, qui est aussi le Roi des Belges, soit dépeint comme l'approbateur et le patron de ces abominations.

» Ce n'est pas que nous songions à prétendre que tout soit au Congo dans le meilleur des mondes et que nous n'avons qu'à nous installer béatement dans ce nouveau paradis terrestre.

» L'histoire ne nous enseigne-t-elle pas que toutes les entreprises de colonisation ont des débuts difficiles et qu'elles prêtent à de nombreux abus?... A côté des cœurs généreux qui saisissent le but élevé de l'œuvre et qui s'y vouent avec une noble ardeur, il se rencontre aussi des aventuriers qui cherchent fortune sans trop se soucier de la valeur morale des moyens de parvenir. Il peut arriver aussi qu'en ces régions lointaines, l'homme affranchi de la contrainte propre à une société policée écoute plus volontiers ses bas instincts et se promette une facile impunité. D'autre part, la barbarie refoulée, puis attaquée comme un sanglier dans sa bauge, a des ressauts soudains, elle s'échappe sous la main qui la comprime, et ainsi se produisent des éclats et des conflits où la modération devient ce qu'elle peut.

» Mais il est de toute évidence que ces cas personnels, ces épisodes d'une longue et laborieuse campagne ne peuvent pas suffire à discréditer une entreprise et à flétrir l'ensemble de ceux qui s'y sont dévoués. Il n'est pas dans l'histoire entière une œuvre, si grande et si bien conduite qu'on la suppose, qui puisse résister à un jugement basé sur une telle critique.

» C'est cependant ce procédé de généralisation calom-

nieuse qui s'emploie aujourd'hui avec un implacable acharnement contre l'État indépendant du Congo. »

. . . . . .

« Et cependant, que voyons-nous?... Les départs pour le Congo se multiplient, et, fait plus significatif encore, les évêques y envoient, plus nombreux que jamais, des missionnaires et des religieuses dont la première pensée sera de s'abriter sous la protection de ce gouvernement qu'on représente comme l'opprobre du monde civilisé. Nos premiers pasteurs doivent cependant savoir à quoi s'en tenir sur la situation et sur l'avenir de l'État indépendant, et ce n'est pas d'un cœur léger qu'ils livreraient nos prêtres et nos sœurs de charité à une horde de soudards plus exécrables que les Arabes esclavagistes eux-mêmes.

» Mais finissons-en sur ce triste sujet! Nous avons tenu à faire entendre la protestation du patriotisme et à l'opposer aux assauts redoublés de la calomnie. Il nous semblait de l'honneur de la Belgique que cette note indignée se fît entendre aussi intense et aussi aiguë que possible.

» Pour le reste, nous ne pouvons qu'encourager l'État du Congo à répondre de plus en plus à ce débordement d'outrages par de larges mesures de protection, de contrôle et de publicité. C'est, en effet, une erreur de croire que les imputations les plus odieusement invraisemblables se réfutent d'elles-mêmes. Les masses sont, en général, plus crédules qu'éclairées.

» Après cela, quoi qu'il arrive, ceux qui ont à soutenir le renom belge en Afrique pourront au moins se rendre le témoignage de l'avoir vengé. »

## [illegible]

### [illegible]

[illegible]

[illegible]

Les rapports entre le capital et le travail, par suite d'une propagande [illegible], se tendent de plus en plus. L'armée des [illegible] augmente tous les jours de nouvelles recrues. L'« état d'âme » des couches inférieures de la société est peu rassurant.

L'expansion coloniale, sans être la panacée qui apportera d'une part la richesse sans peines ni fatigues, d'autre part le contentement et la fin de toutes les souffrances, est de nature, si elle est appliquée avec tact et discernement, à favoriser le développement de notre force économique, à produire la détente nécessaire à un mouvement d'esprit poussé à outrance.

L'essai qui a été tenté au Congo, qui est en plein développement, est bien fait pour convertir ceux qui sont hostiles à l'idée coloniale. Jusqu'ici le Congo ne nous a coûté qu'une *avance* de quelques millions, un peu plus qu'a exigé la construction du palais de justice à Bruxelles. En effet, sans parler des actions souscrites pour le chemin de fer du Congo, — ce qui constitue un *placement* productif, l'exploitation partielle le démontre déjà, — l'État belge a fait au Gouvernement de l'État indépendant

des avances qui, en 1900, représenteront une somme de 31 850 000 fr., somme qui ne constitue qu'une sortie de caisse momentanée et qui doit être remboursée au Trésor. Nous ne faisons pas mention de l'emprunt à lots émis par l'État indépendant, puisque cet emprunt n'a rien coûté au Gouvernement belge, dont la garantie n'a pas même été sollicitée.

Pas même 32 millions ! Et il résulte des chiffres produits à la Chambre des représentants par M. Helleputte que, de 1889 à 1895, le total des achats et dépenses *faites en Belgique* par l'État indépendant, les compagnies commerciales et la compagnie du chemin de fer s'élève à plus de 70 millions, soit donc plus du *double* des avances faites par l'État belge. Et la situation se présente, pour l'État indépendant, dans des conditions telles que M. de Smet de Naeyer, ministre des finances et chef du Cabinet, a pu déclarer qu'il n'y aura, « ni cette année, ni l'année prochaine, quoi que ce soit à demander aux Chambres en faveur de l'État du Congo, pour l'excellente raison, ajoutait M. de Smet de Naeyer, que l'aide que nous lui avons prêtée dans le passé a eu cet heureux résultat de lui permettre de développer ses ressources et de s'affranchir désormais de notre tutelle financière ».

Lors de l'essai de colonisation tenté à San Thomé de Guatémala, les adversaires de l'entreprise reprochèrent à ses auteurs de l'entrevoir à travers le prisme enchanteur de leurs espérances, et ils firent tomber l'affaire. Les faits ont montré que San Thomé n'était pas du tout un mirage trompeur. Aujourd'hui, pour le Congo, les chiffres ont prouvé d'ores et déjà que c'est une chose palpable, qui est en pleine gestation, qui vit, qui rapporte, ils parlent tellement haut que le doute n'est plus possible, et la progression constante du mouvement commercial, la part prépondérante qu'y prend la Belgique, les essais de culture couronnés de succès, tout convie à croire que

l'avenir commercial et économique du
pays qui l'adoptera des débouchés cons

Le Congo n'a donc rien coûté à la
rapporté déjà des profits, il promet de
bien plus considérables encore.

Si le climat du Congo a une bea
l'histoire de la fondation des villes et
que c'est là une fatalité pour ainsi d
pareilles morts honorent d'ailleurs un
semences de vie et de civilisation : Ro
la moelle et les os des martyrs. Le
domestique par l'habitation et le pro
Congo — en grande partie — n'est pas d
de peuplement, le planteur, le commer
pour faire fortune — ce qui lui sera d
à réaliser, en peu de temps, qu'il s
d'argent — se gardera soigneusement
du climat, il surveillera exactement s
habitation, sa nourriture, son travail,
que ne peuvent prendre aujourd'hui
soldat, le missionnaire.

L'Angleterre poursuit avec la ténaci
saxone l'exécution des articles de ce p
grandiose dont on ne connaît que le titr
La France lutte énergiquement pour
politique en Afrique. L'Allemagne, jeu
l'expansion coloniale, fait montre d'un
résistance, elle a inscrit sur son dr
Nous, Belges, nous avons des prétenti
nous ne recherchons pas des accroisse
nous ne voulons pas d'une PLUS GRAN
force des armées et l'influence polit
commerce, par l'industrie, par la cultu
morale de ses enfants.

Mais pour que cette conception, si bien préparée, se réalise, il faudra encore des sacrifices. Il faudra imprégner les jeunes générations de cet esprit d'initiative qui distingue les Anglais, il faudra réformer nos mœurs casanières, achever de gagner l'opinion publique. Les instituteurs, la presse, tous ceux qui parlent à l'intelligence, ont un rôle à jouer dans cet apprentissage ; l'enseignement universitaire doit franchement aborder les problèmes de la colonisation, les études coloniales.

Dans cet ordre d'idées, la *Société d'Études coloniales*, créée à l'initiative de M. le colonel d'artillerie Donny, officier d'ordonnance du Roi, a déjà produit, sous la direction active et éclairée de ce savant officier supérieur, des résultats considérables. La fondation de cette société est venue à l'heure voulue, le champ d'action qui est immense a été vigoureusement entamé, la moisson commence à se lever, c'est-à-dire le Congo, grâce aux études coloniales, se dégage peu à peu de l'obscurité dans laquelle ses adversaires essaient de le noyer. Le Congo mieux connu, apprécié à sa valeur, c'est la solution préparatoire, celle qui doit précéder la solution définitive du problème colonial.

Mais avant tout il faut que les mères belges ne retiennent plus inconsidérément — on aime les enfants non pour soi mais pour eux — leurs fils dans le cercle étroit du foyer familial. Sans une jeunesse audacieuse, pas de commerce possible, pas de colonies. Sans doute c'est une épreuve douloureuse que celle de la séparation, et le cœur de la mère doit en saigner cruellement. Mais, plus tard, si l'enfant, qu'une affection égoïste aura mal préparé pour les combats de l'existence, est réduit à une position mesquine, si, dans cet âpre combat pour la vie, il boit à la coupe de toutes les déceptions, s'il végète misérablement, croyez-vous qu'il soit reconnaissant à sa mère de l'avoir retenu près d'elle ? Tandis que, éclairées par la lumière

du devoir austère, si vous lancez courageusement vos jeunes gens, dès qu'ils sentiront les ailes leur pousser, sur la route des entreprises hardies et fécondes, si vous préparez au pays des générations *fortes*, vous aurez, mères belges, rendu à la patrie le plus éclatant des services. Vous aurez fait la *plus grande Belgique*.

E. MONTHAYE,
Capitaine commandant d'État-major,
Professeur à l'École de guerre de Belgique.

---

# L'ÉVOLUTION DES THÉORIES PHYSIQUES

## DU XVII^e SIÈCLE JUSQU'A NOS JOURS.

---

### I.

Les théories de la physique moderne sont nées d'une réaction contre la philosophie scolastique ; il serait impossible de comprendre la génération de ces théories, de démêler la loi de leur évolution, si l'on faisait abstraction des doctrines philosophiques qu'elles prétendaient supplanter.

L'École vivait de la pensée d'Aristote, pensée expliquée, développée, et parfois altérée, en d'innombrables commentaires. Aristote a comme condensé l'esprit et la méthode de sa philosophie, presque au début de son œuvre, dans cette partie de l'*Organon* où il se propose de classer toutes les idées des hommes en un petit nombre de *catégories*, essentiellement distinctes et irréductibles.

Toutes les idées qui nous représentent des *substances* se rangent en une première catégorie ; toutes celles qui nous figurent des *accidents* se distribuent en d'autres catégories ; parmi les accidents qu'une substance peut présenter, les uns appartiennent à la catégorie de la *quantité*, les autres à la catégorie de la *qualité*.

Voici des sacs de blé ; chacun d'eux renferme un certain nombre de grains ; ce nombre est une quantité. Voici des temps de différente durée : des heures, des jours, des

années, des siècles ; ces durées sont des quantités. Voici des chemins de diverse longueur ; ces longueurs sont des quantités. Voici des champs différents de forme et d'aspect ; chacun de ces champs a une aire et cette aire est une quantité.

A ces attributs si différents, aux nombres, aux durées, aux longueurs, aux surfaces, pourquoi donne-t-on ce même nom de quantité ? Quels sont les caractères communs de ces notions dissemblables ?

Deux sacs de blé peuvent contenir le même nombre de grains, ou bien l'un d'entre eux peut en contenir plus que l'autre ; deux temps peuvent avoir la même durée ou des durées inégales ; de deux chemins différents, l'un peut être aussi long, moins long, plus long que l'autre ; deux champs peuvent avoir la même superficie ou des superficies différentes ; nous saisissons là un premier caractère commun à tous ces attributs auxquels convient le nom de quantités ; tous, ils sont capables d'*égalité* ou d'*inégalité*.

Mais ce n'est pas là la seule marque distinctive qui serve à définir la catégorie de la quantité.

Prenez diverses mesures de blé, qui renferment des nombres différents de grains ; versez-les toutes ensemble dans un même sac ; ce sac contient maintenant un certain nombre de grains ; ce nombre surpasse celui que contenait chacune des mesures ; quel que soit l'ordre dans lequel vous mêliez toutes ces mesures de blé, ce nombre demeure le même ; il est la *somme* des nombres de grains de blé que renfermait chaque mesure.

Prenez divers temps, égaux ou inégaux ; leur succession formera un nouveau temps, de plus grande durée que chacun d'eux, mais dont la durée ne dépendra pas de l'ordre dans lequel les divers temps partiels se seront succédé.

Prenez des chemins différents, placez-les bout à bout ; leur suite sera un nouveau chemin, plus long que chacun des premiers ; que l'on change la manière de placer ceux-ci

les uns au bout des autres, la forme du chemin obtenu pourra bien changer, mais la longueur de ce chemin demeurera invariable.

Prenez des surfaces de forme variée ; juxtaposez-les ; leur réunion formera une nouvelle surface, plus grande que chacune des premières ; le mode de juxtaposition de celles-ci influe sur la forme de la surface résultante, mais non sur l'aire de cette surface.

Si donc un attribut appartient à la catégorie de la quantité, on pourra grouper les objets en lesquels se rencontre cet attribut de telle manière que l'objet complexe résultant de ce groupement présente le même attribut, mais à un plus haut degré ; et ce degré sera indépendant de l'ordre qui a présidé au groupement ; c'est ce caractère que l'on exprime en ces termes : les quantités de même espèce sont susceptibles d'*addition*.

C'est parce que les quantités présentent tous les caractères que nous venons d'analyser que l'on peut toutes les figurer au moyen d'une espèce particulière de quantités, la première et la plus simple de toutes, au moyen des *nombres* ; une opération bien connue, la *mesure*, effectue cette substitution des nombres aux quantités, substitution précieuse, qui permet de réunir en une science unique, l'*Arithmétique*, non seulement l'étude des nombres, mais encore l'étude générale de toute quantité.

Égalité, inégalité, addition, ces marques définissent nettement la catégorie de la quantité ; hors de ce domaine rigoureusement délimité s'étend la catégorie illimitée de la qualité. « Qualité, dit Aristote, est un de ces mots qui sont pris en beaucoup de sens. » Qualité, la forme d'une figure de géométrie, qui en fait un cercle ou un triangle ; qualités, les propriétés sensibles des corps, le chaud et le froid, le clair et l'obscur, le rouge et le bleu ; être en bonne santé, qualité ; être vertueux, qualité : être grammairien, géomètre ou musicien, qualités.

« Il est des qualités qui ne sont pas susceptibles de plus

ou de moins ; un cercle n'est pas plus ou moins circulaire ; un triangle n'est pas plus ou moins triangulaire. Mais la plupart des qualités sont susceptibles de plus ou de moins ; elles sont capables d'*intensité ;* une chose blanche peut devenir plus blanche. »

Entre l'intensité d'une qualité et la grandeur d'une quantité, quelle différence !

Le grand nombre de grains que renferme un sac de blé peut toujours être obtenu par la réunion de monceaux de blé dont chacun renferme une moindre quantité de grains ; un siècle est une succession d'années ; une année, une succession de jours, d'heures, de minutes ; un chemin long de plusieurs lieues se parcourt en mettant bout à bout les brefs segments que le marcheur franchit à chaque pas ; un champ de grande étendue peut se décomposer en parcelles de moindre surface. Une quantité, quelle qu'elle soit, peut toujours être obtenue par l'addition de quantités de même espèce et de moindre grandeur.

Rien de semblable dans la catégorie de la qualité. Juxtaposez plusieurs corps également rouges ; leur ensemble est du même rouge, il n'est pas d'un rouge plus vif; réunissez deux corps aussi chauds l'un que l'autre ; leur ensemble est aussi chaud que chacun d'eux, il n'est pas plus chaud ; entassez des boules de neige, disait Diderot, vous n'arriverez pas à chauffer un four. En général une qualité, prise avec une intensité déterminée, ne peut se former par voie d'addition au moyen de la même qualité, prise avec une intensité moindre. Le mot même d'addition n'a plus de sens dans la catégorie de la qualité et la mesure n'y a plus de prise.

Seule parmi les sciences, l'arithmétique laisse de côté la considération de toute qualité, et contemple uniquement les lois de la quantité. Déjà la géométrie rencontre des qualités parmi les objets de ses recherches, car la forme des diverses figures est qualité. Quant à la physique, elle est essentiellement l'étude des qualités sensibles des corps ;

non pas que la considération de la quantité n'ait aucune place en cette science, car « les corps physiques présentent des volumes, des surfaces, des lignes et des points, choses dont s'occupe le mathématicien », en sorte que certaines parties de la physique, l'astronomie par exemple, sont en même temps des sciences mathématiques; mais, tandis que le géomètre étudie les grandeurs et les figures d'une manière abstraite, en les séparant des corps naturels où elles se rencontrent accompagnées de qualités, le physicien, lui, ne peut rejeter ces qualités hors de ses spéculations; selon la comparaison naïve qu'emploie saint Thomas d'Aquin, après Aristote, l'un étudie la courbure d'un nez sans se soucier du nez qu'elle profile, l'autre s'occupe du nez en chair et en os où cette courbure se rencontre.

Le géomètre ne connaît dans les corps qu'une seule espèce de modifications, le changement de figure et de position dans l'espace, le *mouvement local;* le physicien conçoit et analyse un *mouvement* infiniment plus général qui embrasse, en ses formes diverses, toute sorte de changement dans la substance et les qualités des corps; mouvement, le mouvement local, par lequel les corps changent de figure et de position; mais aussi mouvement, l'acte par lequel une qualité devient plus ou moins intense, par lequel un corps devient plus ou moins chaud, une source de lumière plus ou moins éclatante; mouvement, l'opération par laquelle les qualités se transforment les unes dans les autres, par laquelle un solide devient fluide, un liquide se change en vapeur; mouvement, l'apparition ou la disparition d'une qualité, l'électrisation d'un morceau d'ambre que l'on frotte, l'extinction d'un flambeau que l'on souffle; mouvement, la combinaison qui unit les éléments simples pour former des mixtes, la décomposition qui résout les mixtes en leurs éléments. Telle est l'infinie variété des mouvements qui s'offrent aux méditations du physicien, mais qui échappent aux raisonnements du mathématicien, car les attributs qui changent en ces mouvements sont qualités et non pas quantités.

## II.

Sur cette base si simple, si large, si solide, quel édifice incohérent, mesquin, caduc avait construit la Scolastique à son déclin, on le sait de reste; au lieu d'étudier la nature, on en demandait les secrets à des commentaires étroits et étranges où l'on tourmentait et déformait la pensée d'Aristote; au lieu de chercher à découvrir les lois qui relient les uns aux autres les divers phénomènes physiques, on se contentait d'attribuer chacun d'eux à une qualité nouvelle des corps, à une vertu spécifique, à une forme substantielle et l'on pensait par là en dévoiler la cause dernière; la légèreté mouvante, l'horreur du vide, les sympathies et les antipathies de toute espèce formaient un chaos de dénominations bizarres et d'explications puériles ou saugrenues; telle était la physique à la fin du XVI^e siècle.

Cette science en était arrivée à ce point de provoquer, chez les esprits quelque peu soucieux de rigueur et épris de clarté, un sentiment voisin du dégoût; dans leur horreur des pédantesques sornettes qu'ils entendaient débiter chaque jour sous l'autorité d'Aristote, ils en étaient arrivés à confondre la grande œuvre du Stagyrite et des maîtres de l'École, tels que saint Thomas d'Aquin, avec le ridicule et futile verbiage de leurs derniers héritiers.

« Aristote, s'écriait Bacon, a corrompu la philosophie naturelle avec sa dialectique; il a voulu construire le monde avec ses catégories... La première idée nous a valu les qualités premières élementaires; la seconde les propriétés occultes et les vertus spécifiques; l'une et l'autre reviennent à un ordre de vaines spéculations, où l'esprit se repose, croyant juger d'un seul trait les choses, et qui le détourne des connaissances solides. » Et à l'*Organon* d'Aristote, Bacon opposait le *Novum organum*.

Étrange œuvre que ce livre, qui se prétendait la logique

de la science à venir! A son attaque contre les qualités et vertus que considère la philosophie scolastique, Bacon donnait cette conclusion : « Mais, négligeant ces distinctions, si l'on observe, par exemple, qu'il y a dans les corps un principe d'attraction mutuelle, en telle façon qu'ils ne souffrent pas que la continuité de la nature soit rompue et déchirée et que le vide s'y produise,... ou si l'on dit qu'il y a dans les corps une tendance à s'agréger aux masses de nature semblable, les corps denses tendant vers l'orbe de la terre, les corps légers et rares vers l'orbe céleste , ces distinctions et d'autres semblables seront les véritables genres physiques de mouvements. Les autres, au contraire, sont purement logiques et scolastiques. »

La nouvelle physique gardera donc de l'héritage scolastique l'horreur du vide, les sympathies et antipathies, la légèreté et la gravité ; à l'alchimie, elle empruntera son but qui est « de donner à l'argent la couleur de l'or, ou un poids plus considérable,... ou la transparence à quelque pierre non diaphane, ou la ténacité au verre, ou la végétation à quelque corps non végétant ».

Pour obtenir ces merveilleux résultats, il faut « mettre en lumière la texture et la constitution vraie des corps, d'où dépend dans les choses toute propriété et vertu occulte et, comme on dit, spécifique ».

Quelle méthode suivra-t-on pour parvenir à cette connaissance approfondie, intime, de la nature ? On dressera, en chaque investigation, une table des faits positifs, une table des faits négatifs, une table de degrés ou de comparaisons, une table d'exclusions et de rejets ; on distinguera vingt-sept espèces de faits privilégiés que désigneront des dénominations bizarrement allégoriques : faits de migrations, faits indicatifs, limitrophes, hostiles, faits de la croix, de la lampe, de divorce, du cours d'eau, de la verge...

Bacon nous donne-t-il quelque exemple qui nous permette d'apprécier et de saisir sur le vif le fonctionnement

de ce merveilleux instrument ? Il emploie sa méthode à cueillir une « première vendange sur la forme de la chaleur » et voici le suc de cette vendange : « La chaleur est un mouvement expansif, combattu, qui opère dans les molécules des corps. Au caractère de l'expansion, il faut ajouter ceci : un mouvement du centre à la circonférence, joint à un mouvement de bas en haut. A cet autre caractère du mouvement, action moléculaire, il faut ajouter que l'action se fait sans lenteur, avec une certaine rapidité et même de l'impétuosité. »

Le XVIII^e siècle, et le nôtre après lui, ont voulu voir dans le *Novum organum* ce que Bacon avait souhaité d'y mettre : le programme de la physique des temps modernes. En fait, ce livre n'a exercé aucune influence sur le développement de la science expérimentale ; au moment où Bacon l'écrivait, la nouvelle physique trouvait en Galilée son véritable instaurateur.

## III.

Par son exemple, plus que par ses préceptes, Galilée ramena les physiciens à l'étude de la nature ; il montra comment il fallait conduire une expérience, comment il fallait en interpréter les résultats, afin d'obtenir la loi qui relie entre eux les phénomènes physiques d'un même groupe. Dans ses grandes lignes, la méthode expérimentale a été tracée le jour où le premier homme a cherché à se rendre compte des choses qui l'entouraient ; mais, plus que tout autre, Galilée a contribué à lui donner, par l'emploi raisonné des instruments, par l'usage de la langue et de la déduction géométriques, la forme précise, systématique, scientifique, qui caractérise la physique moderne.

Galilée n'aimait pas à introduire en physique les qualités et les vertus spécifiques que considéraient les scolastiques; dans ses *Dialogues*, un des interlocuteurs rappelle l'expli-

cation du flux et du reflux proposée par Képler : la Lune serait douée d'une vertu attractive sur les eaux de la mer. « Avec ces deux mots, sympathie et antipathie, s'écrie Galilée par la bouche de l'interlocuteur Sagredo, vos physiciens parviennent à rendre compte d'un grand nombre d'accidents et de phénomènes que nous voyons s'accomplir journellement dans la nature. Mais cette manière de philosopher a, selon moi, une grande analogie avec la manière de peindre qu'avait un de mes amis ; avec de la craie, il écrivait sur la toile : ici, je veux une fontaine avec Diane et ses nymphes, ainsi que quelques lévriers ; là, un chasseur avec une tête de cerf ; plus loin, une campagne, un bocage, une colline ; puis il laissait l'artiste peindre toutes ces choses et s'en allait convaincu qu'il avait peint la métamorphose d'Actéon ; il n'avait mis que des noms. »

Galilée, si sévère pour la sympathie que Képler attribuait à la Lune et aux eaux de la mer, ne parvenait pas à proscrire de sa physique toutes les qualités occultes ; il parlait encore de la gravité des corps; un jour, cependant, Newton devait identifier la vertu spécifique que Galilée gardait dans ses raisonnements avec celle qu'il poursuivait de ses railleries.

## IV.

Chasser entièrement les qualités de l'étude des choses matérielles, c'est le but et comme la caractéristique de la physique cartésienne.

Parmi les sciences, l'arithmétique seule est pure de toute notion empruntée à la catégorie de la qualité; seule, elle est conforme à l'idéal que Descartes propose à la science entière de la nature.

Dès la géométrie, l'esprit se heurte à l'élément qualitatif, car cette science demeure « si astreinte à la consi-

dération des figures qu'elle ne peut exercer l'entendement sans fatiguer beaucoup l'imagination ». « Le scrupule que faisaient les anciens d'user des termes de l'arithmétique en la géométrie, qui ne pouvait procéder que de ce qu'ils ne voyaient pas assez clairement leur rapport, causait beaucoup d'obscurité et d'embarras dans la façon dont ils s'expliquaient. » Cette obscurité, cet embarras disparaîtront si l'on chasse de la géométrie la notion qualitative de forme, de figure, pour n'y conserver que la notion quantitative de distance, que les équations qui relient les unes aux autres les distances mutuelles des points que l'on étudie. Bien que leurs objets soient différents, les diverses branches des mathématiques ne considèrent en ces objets « autre chose que les divers rapports ou proportions qui s'y trouvent », en sorte qu'il suffit de traiter ces proportions en général par les voies de l'algèbre, sans se soucier des objets où elles se rencontrent, des figures où elles sont réalisées ; par là, « tout ce qui tombe sous la considération des géomètres se réduit à un même genre de problèmes, qui est de chercher la valeur des racines de quelque équation » ; les mathématiques entières sont ramenées à la science des nombres ; on n'y traite que des quantités, les qualités n'y ont plus aucune place.

Les qualités chassées de la géométrie, il les faut maintenant chasser de la physique ; pour y parvenir, il suffit de réduire la physique aux mathématiques, devenues la science de la seule quantité ; c'est l'œuvre que va tenter Descartes. « Je ne reçois point de principes en physique, dit-il, qui ne soient aussi reçus en mathématiques. »

Qu'est-ce, tout d'abord, que la matière ? « Sa nature ne consiste pas en la dureté, ni aussi en la pesanteur, chaleur, et autres qualités de ce genre, » mais seulement en « l'étendue en longueur, largeur et profondeur ». Ce n'est rien autre que cette matière « divisible, mobile et douée de figure que les géomètres nomment quantité, et qu'ils prennent pour objet de leurs démonstrations ». La matière

est donc quantité ; la quantité d'une certaine matière, c'est le volume qu'elle occupe ; un vaisseau renferme autant de matière, qu'il soit rempli de mercure ou rempli d'air. « Ceux qui prétendent distinguer la substance matérielle de l'étendue ou de la quantité, ou bien ne mettent aucune idée sous le nom de substance, ou bien ont l'idée confuse d'une substance immatérielle. »

Qu'est-ce que le mouvement ? Encore une quantité. Multipliez la quantité de matière que renferme chacun des corps d'un système par la vitesse qui anime ce corps ; ajoutez ensemble tous ces produits, et vous aurez la quantité de mouvement du système ; tant que le système ne heurtera aucun corps étranger qui lui cède du mouvement ou qui lui en emprunte, il gardera une quantité de mouvement invariable.

Ainsi, dans tout l'univers, est répandue une matière unique, homogène, dont nous ne connaissons rien sinon qu'elle est étendue ; cette matière est divisible en parties de diverses figures et ces parties peuvent se mouvoir les unes par rapport aux autres ; telles sont les seules propriétés véritables de ce qui forme les corps ; à ces propriétés doivent se ramener toutes les apparentes qualités qui affectent nos sens. Le but de la physique cartésienne est d'expliquer comment se fait cette réduction.

Qu'est-ce que la gravité ? L'effet produit sur les corps par des tourbillons de matière subtile. Qu'est-ce qu'un corps chaud ? Un corps « composé de petites parties qui se remuent séparément l'une de l'autre d'un mouvement très prompt et très violent ». Qu'est-ce que la lumière ? Une pression exercée sur l'éther par le mouvement des corps enflammés et transmise instantanément aux plus grandes distances. Toutes les qualités des corps, sans aucune omission, se trouvent expliquées par une théorie où l'on ne considère que l'étendue géométrique, les diverses figures que l'on y peut tracer et les divers mouvements dont ces figures sont susceptibles. « L'univers est une

machine en laquelle il n'y a rien du tout à considérer que les figures et les mouvements de ses parties. » Ainsi, la science entière de la nature matérielle est réduite à une sorte d'arithmétique universelle d'où la catégorie de la qualité est radicalement bannie.

## V.

Il serait difficile d'imaginer, à notre époque, l'enthousiasme extraordinaire qui accueillit la physique de Descartes. La physique, qui avait été jusque-là le domaine des entités obscures, des vertus occultes, des sympathies et des antipathies les plus étranges comme les plus stériles, devenait claire et ordonnée comme la géométrie ; les admirables découvertes que renfermaient la *Dioptrique* et les *Météores* étaient, d'ailleurs, de sûrs garants de la nouvelle méthode.

La vogue de cette physique, qui démontait l'univers aussi aisément qu'un horloger sépare les rouages d'une montre, qui expliquait le mécanisme de la nature aussi clairement que celui d'un moulin, s'étendit bien au-delà du cercle des savants, et le médecin de Molière était assuré de soulever le fou rire du parterre en invoquant la *virtus dormitiva* de l'opium.

Le principe qui servait de base à la physique cartésienne : tout, dans le monde matériel, s'explique par l'étendue et le mouvement, n'eut bientôt que de rares adversaires parmi les savants dignes de ce nom. Toutefois, si le principe demeurait incontesté, les applications que Descartes en avait faites ne tardèrent pas à être discutées.

Descartes avait déclaré infinie la vitesse de la lumière, ajoutant que sa physique serait renversée de fond en comble si cette assertion était controuvée ; Rœmer démontrait que cette vitesse était finie, quoique très grande, et en faisait connaître la valeur ; aussi Huygens était-il contraint d'écrire, dans son *Traité de la Lumière* : « Il m'a

toujours semblé, et à beaucoup d'autres avec moi, que mesme M. Des Cartes, qui a eu pour but de traitter intelligiblement de la physique et qui assurément y a beaucoup mieux réussi que personne avant luy, n'a rien dit qui ne soit plein de difficultez, ou mesme inconcevable, en ce qui est de la lumière et de ses propriétéz. »

Le même Huygens écrivait, en son *Discours de la cause de la pesanteur* : « M. Descartes a mieux reconnu que ceux qui l'ont précédé, qu'on ne comprendrait jamais rien davantage dans la Physique, que ce qu'on pourrait rapporter à des principes qui n'excèdent pas la portée de notre esprit, tels que sont ceux qui dépendent des corps, considérez sans qualitez, et de leurs mouvements. Mais comme la plus grande difficulté consiste à faire voir comment tant de choses diverses sont effectuées par ces seuls principes, c'est à cela qu'il n'a pas réussi dans plusieurs sujets particuliers qu'il s'est proposé d'examiner ; desquels est entre autres, à mon avis, celui de la Pesanteur. »

Parfois même Huygens, plus audacieux, va jusqu'à révoquer en doute les principes essentiels de la physique cartésienne. « Pour ce qui est du vuide, dit-il, je l'admets sans difficulté, et mesme je le crois nécessaire pour le mouvement des petits corpuscules entre eux, n'estant point du sentiment de M. Des Cartes qui veut que la seule étendue fasse l'essence du corps ; mais y ajoutant encore la dureté parfaite qui le rende impénétrable et incapable d'être rompu ni écrasé. »

La vogue même de la réforme cartésienne la compromettait en suscitant à Descartes une foule de disciples médiocres et ignorants, prompts à inventer les mécanismes les plus compliqués et les plus bizarres pour rendre compte de phénomènes qu'ils ne daignaient même pas étudier ; les tourbillons de matière subtile et les corpuscules cannelés ne se refusaient à aucune explication ; Descartes, d'ailleurs, avait prêché d'exemple, par sa hâte orgueilleuse à comprendre, dans son système, tous les effets de la nature.

Ces cartésiens, qui ne le cédaient guère en dévotion ridicule envers la parole du Maître aux docteurs scolastiques de la dernière décadence, Pascal les avait rencontrés en la personne du P. Noël, l'auteur du *Plein du Vuide*, le physicien qui définissait la lumière : « un mouvement luminaire des corps transparents qui sont mûs luminairement par les corps lucides » ; aussi l'auteur des *Pensées* s'écriait-il : « Il faut dire en gros : cela se fait par figure et mouvement, car cela est vrai. Mais de dire quels et composer la machine, cela est ridicule ; car cela est inutile, et incertain, et pénible. Et quand cela serait vrai, nous n'estimons pas que toute la philosophie vaille une heure de peine. »

## VI.

Pascal n'allait pas jusqu'à révoquer en doute le principe même de la réforme cartésienne, jusqu'à rejeter la réduction de la physique entière à l'étude de la figure et du mouvement, jusqu'à proposer le retour aux qualités de l'École. Leibniz eut cette audace.

Leibniz avait rencontré de ces gens qui croyaient « presque aussy fort aux préceptes et aux sentiments de M. Des Cartes qu'à la parole de Dieu » ; qui remplaçaient l'étude de la nature par le commentaire des *Principes de la philosophie* ou du *Traité du monde*, comme les scolastiques par le commentaire des *Physiques* ; sans doute, la méchante humeur causée par l'étroitesse de tels esprits explique l'âpreté avec laquelle il sape les fondements de la philosophie cartésienne, âpreté telle qu'un de ses contemporains pouvait écrire, avec quelque apparence de justice : « Il y a longtemps qu'il semble que M. Leibniz veut établir sa réputation sur les ruines de celle de M. Descartes. » Mais pour combattre Descartes, Leibniz avait d'autres raisons, plus profondes et plus purement scientifiques.

En réduisant la matière à la seule étendue géométrique, Descartes réduisait par le fait même le mouvement au seul mouvement que connaissent les géomètres, au changement de position d'une figure par rapport à une autre figure, au mouvement *relatif*. Il le définit : « Le transport d'une partie de la matière, ou d'un corps, du voisinage de ceux qui le touchent immédiatement, et que nous considérons comme en repos, dans le voisinage de quelque autre. »

Lorsque deux corps s'éloignent ou se rapprochent l'un de l'autre, nous pouvons dire qu'un mouvement s'est produit dans le système de ces deux corps ; mais il nous est loisible d'attribuer ce mouvement exclusivement à l'un de ces deux corps, ou bien exclusivement à l'autre, ou bien encore de le partager entre eux ; toute attribution de mouvement à un corps suppose que l'on attribue le repos à un autre corps, pris comme terme de comparaison ; mais ces attributions sont arbitraires ; on est toujours libre de les renverser ; il n'y a pas de mouvement absolu.

C'est là une des conséquences essentielles du système de Descartes ; à ceux qui l'accusaient de ne chercher dans l'affirmation que tout mouvement est relatif qu'un biais pour éviter une condamnation semblable à celle de Galilée, le grand géomètre répondait dédaigneusement qu'ils ne comprenaient rien à sa philosophie.

Ce principe que tout mouvement est relatif, que le mouvement absolu est un non-sens, doit dominer la mécanique tout entière, pour quiconque admet la réduction de la matière à la seule étendue ; il domine, en effet, la mécanique cartésienne ; la loi fondamentale sur laquelle celle-ci repose, la conservation de la quantité de mouvement, s'accorde avec ce principe.

Malheureusement, la conservation de la quantité de mouvement est une loi inadmissible ; la mécanique cartésienne est fausse ; de toute nécessité, il la faut abandonner pour suivre les règles de la dynamique ébauchée par

Galilée, achevée par Huygens et Leibniz ; et cette nouvelle dynamique, acceptée sans conteste presque aussitôt que découverte, ne peut se contenter de l'hypothèse qui réduirait le mouvement au seul changement de position mutuelle des corps ; la notion de mouvement relatif ne lui suffit pas ; elle exige impérieusement que l'idée du mouvement absolu ait un sens, qu'elle corresponde à quelque chose de réel ; si la situation relative de deux corps a varié, il ne lui est pas indifférent d'attribuer à l'un ou à l'autre des deux corps le mouvement qui a produit cette variation ; si la distance du Soleil à la Terre a augmenté ou diminué, il ne lui est pas indifférent que ce soit par l'effet du mouvement de la Terre ou par l'effet du mouvement du Soleil.

« Tout cela fait connoistre, déclare Leibniz, qu'il y a dans la nature quelque autre chose que ce qui est purement géométrique, c'est-à-dire que l'étendue et son changement tout nud. Et à le bien considérer, on s'aperçoit qu'il y faut joindre quelque notion supérieure ou métaphysique, sçavoir, celle de la substance, action et force. »... « Quoyque je sois persuadé que tout se fait mécaniquement dans la nature corporelle, je ne laisse pas de croire aussi, que les principes mêmes de la mécanique, c'est-à-dire les premières loix du mouvement, ont une origine plus sublime que celle que les pures mathématiques peuvent fournir. ».... « Ainsi je trouve que dans la nature, outre la notion de l'étendue, il faut employer celle de la force qui rend la matière capable d'agir et de résister. ».... « Cette notion de la *force* est très intelligible, quoyqu'elle soit du ressort de la métaphysique. »

S'il y a dans la substance matérielle autre chose que l'étendue en longueur, largeur et profondeur, autre chose que la figure géométrique, il faut bien que ce quelque chose soit une vertu, une forme, appartienne, en un mot, à la catégorie de la qualité. « Je sçay que j'avance un grand paradoxe en prétendant de réhabiliter en quelque

façon l'ancienne philosophie et de rappeler *postliminio* les formes substantielles presque bannies. » ... « J'ay esté longtemps persuadé de la vanité de ces estres, que j'ay esté enfin obligé de reprendre malgré moy et comme par force, après avoir fait moy-même des recherches qui m'ont fait reconnoistre que nos modernes ne rendent pas assez de justice à saint Thomas et d'autres grands hommes de ce temps-là, et qu'il y a dans les sentiments des philosophes et théologiens scolastiques bien plus de solidité qu'on ne s'imagine, pourveu qu'on s'en serve à propos et en leur lieu. »

Non pas qu'il faille approuver la manière ridicule dont les scolastiques de la décadence traitaient la physique. « Je demeure d'accord que la considération de ces formes ne sert de rien dans le détail de la physique et ne doit point être employée à l'explication des phénomènes en particulier. Et c'est en quoy nos scholastiques ont manqué, et les médecins du temps passé à leur exemple, croyant de rendre raison des propriétés des corps en faisant mention des formes et des qualités, sans se mettre en peine d'examiner la manière de l'opération, comme si on voulait se contenter de dire qu'une horloge a la qualité horodictique provenante de sa forme, sans considérer en quoy tout cela consiste. »

Le physicien moderne se gardera, au contraire, de faire un appel direct aux qualités et aux formes substantielles pour expliquer les phénomènes qu'il étudie. Pour lui, tout ce qu'il y a de qualitatif en un corps se réunira, se condensera en une notion unique, celle de la force que ce corps exerce et subit ; au moyen de cette force, jointe à la figure et au mouvement, il devra rendre compte des phénomènes que nous présente la nature corporelle ; il devra donc les expliquer mécaniquement, mais sa mécanique renfermera un élément, la force, qui « est quelque chose de différent de la grandeur, de la figure et du mouvement », qui ne se peut réduire en entier à la catégorie de la quantité.

« Je conclus qu'il est important de rétablir la réputation de la philosophie de saint Thomas et de tant d'autres habiles gens dont les méditations, que les esprits populaires décrient, ont plus de solidité qu'on ne pense. — Quant à Descartes, — on oubliera bientôt le beau roman de physique qu'il nous a donné —.

## VII.

La voix de Leibniz retentit dans le désert.

Elle parlait au nom de la métaphysique, et les physiciens avaient cessé de se soumettre à l'autorité de cette science pour ne plus suivre que la méthode expérimentale : aussi leur attention était-elle tout entière fixée sur les admirables résultats que cette méthode fournissait à Newton ; mais, par une coïncidence étrange, la physique que Newton proposait au nom de l'induction expérimentale était exactement construite sur le plan que Leibniz avait tracé à la lumière de l'intuition métaphysique.

Comme le demande Leibniz, la physique de Newton repose entièrement sur l'emploi de ces trois notions : la matière, le mouvement, et la force, attractive ou répulsive, qui s'exerce entre les diverses parties des corps.

S'agit-il d'expliquer la chute des graves, les mouvements des planètes, des satellites et des comètes, le flux et le reflux de la mer ? Il suffit d'admettre que deux particules matérielles quelconques exercent l'une sur l'autre une force attractive proportionnelle au produit des masses qu'elle attire et en raison inverse du carré de la distance qui sépare ces masses. S'agit-il d'expliquer la réflexion et la réfraction des rayons de lumière ? Des forces exercées à petite distance par les corps polis ou transparents sur les projectiles ténus qui constituent la lumière fournissent l'explication demandée. Que sont les actions chimiques, la cohésion des solides, les phénomènes de

capillarité étudiés par Hawksbee? L'effet de forces attractives s'exerçant à petite distance entre les molécules des corps, suivant d'autres lois que l'attraction de gravité. Des actions moléculaires analogues, mais répulsives, engendrent le ressort des gaz. Les actions électriques et magnétiques, au contraire, plus semblables à la force de gravitation, sont sensibles même à une grande distance. Selon cette physique nouvelle, « la nature entière serait très simple et constamment d'accord avec elle-même ; effectuant, en effet, tous les grands mouvements des corps célestes par l'attraction de gravité, qui est mutuelle entre tous ces corps ; et presque tous les mouvements plus petits de ses particules par quelque autre force attractive et répulsive qui agit mutuellement entre ces particules ».

Que sont ces forces qui s'exercent à distance, grande ou petite, entre les diverses parties de la matière ? Question réservée au métaphysicien et dont, de l'avis de Newton comme de celui de Leibniz, le physicien n'a pas à se préoccuper ; il lui suffit d'avoir donné des phénomènes une explication où n'interviennent que les notions de matière, de mouvement et de force ; il n'a pas à pousser plus loin son analyse. C'est ce que Newton déclare formellement au moment de clore ses *Principes mathématiques de la philosophie naturelle :*

« Jusqu'ici, dit-il, j'ai rendu compte des phénomènes que nous offrent les cieux et la mer par le moyen de la force de gravité ; mais à cette gravité, je n'ai pas encore assigné de cause... Je n'ai pu, jusqu'à ce jour, tirer des phénomènes la raison d'être des propriétés de la gravité, et je ne fais point d'hypothèses. En effet, tout ce qui ne se peut déduire des phénomènes doit se nommer *hypothèse ;* et les hypothèses, qu'elles soient métaphysiques ou physiques, qu'elles invoquent les qualités occultes ou le mécanisme, n'ont point place en *philosophie expérimentale.* »

## VIII.

Cette manière de traiter la physique, si contraire aux habitudes imprimées dans les esprits par Descartes, semblait surprenante à ceux, nombreux encore à cette époque, qui suivaient le sentiment de ce philosophe ; la physique newtonnienne n'était-elle pas un retour mal dissimulé aux qualités occultes, aux sympathies et aux antipathies de l'École ? Est-ce expliquer un phénomène que l'attribuer à une action attractive ou répulsive dont la nature et l'origine demeurent inconnues ?

Je ne puis, déclare Huygens, admettre l'attraction mutuelle que Newton attribue aux petites parties des corps, « parce que je crois voir clairement que la cause d'une telle attraction n'est point explicable par aucun principe de méchanique, ni des règles du mouvement... Ce serait autre chose si on supposait que la pesanteur fust une qualité inhérente de la matière corporelle. Mais c'est à quoy je ne crois pas que M. Newton consente, parce qu'une telle hypothèse nous éloignerait fort des principes mathématiques ou méchaniques ».

« *Tout se fait dans le monde par la matière et le mouvement,* écrivent en 1746 Daniel et Jean II Bernoulli. Ce principe de Descartes a quelque chose de si frappant, et il paraît si clair au premier abord, qu'on peut s'étonner qu'il ait été contesté, je ne dirai pas par quelqu'un des anciens philosophes, mais par nos plus grands philosophes modernes, tels que Newton et un grand nombre d'autres que son autorité a entraînés, et qui tous ont introduit le principe de l'attraction mutuelle de la matière, existante et innée dans la matière même, et produite uniquement par la volonté immédiate et efficace de Dieu. Ce principe ne passe-t-il pas notre raison ? » Daniel et Jean Bernoulli ajoutaient modestement, il est vrai : « On aurait tort, cependant, de vouloir nier tout ce que l'entendement

humain a de la peine à comprendre, et dont la réalité ne laisse pas de se faire sentir par les effets. »

Un des disciples les plus scrupuleux et les plus logiques de Descartes, Gamaches, se montre encore plus sévère pour Newton : « Sentant que la physique le gênerait sans cesse, dit-il, il la bannit de sa philosophie ; et, de peur d'être forcé de réclamer quelquefois son secours, il eut soin d'ériger en loix primordiales les causes intimes de chaque phénomène particulier ; par là, toute difficulté fut applanie, son travail ne roula plus que sur des sujets traitables qu'il sçût assujettir à ses calculs : un phénomène analysé géométriquement devint pour lui un phénomène expliqué ; ainsi cet illustre rival de M. Descartes eut bientôt la satisfaction singulière de se trouver grand philosophe par cela seul qu'il était grand géomètre. »

Ces attaques ne demeuraient pas sans riposte.

A ceux qui l'accusaient de confondre l'exposition mathématique d'un phénomène avec l'explication de ce phénomène et de revenir par là aux déplorables errements des physiciens scolastiques, Newton répondait déjà, dans son *Optique* : « Expliquer chaque propriété des choses en les douant d'une qualité spécifique occulte par laquelle seraient engendrés et produits les effets qui se manifestent à nous, c'est ne rien expliquer du tout. Mais tirer des phénomènes deux ou trois principes généraux de mouvement ; expliquer ensuite toutes les propriétés et les actions des corps au moyen de ces principes clairs, c'est vraiment, en philosophie, un grand progrès, lors même que les causes de ces principes ne seraient pas découvertes ; c'est pourquoi je n'hésite pas à proposer les principes du mouvement, tout en laissant de côté la recherche des causes. »

D'ailleurs, les cartésiens sont-ils bien venus de reprocher à Newton le retour aux qualités occultes, de traiter la gravitation de cause occulte ? Qu'est-ce donc qu'une cause occulte ? Est-ce celle dont l'existence est clairement révélée par l'observation, encore que sa nature demeure

obscure ? N'est-ce pas plutôt celle que l'on imagine san preuve, pour les besoins de sa cause ? Quels physiciens fon le plus fréquent appel à de telles causes occultes ? Sont-c les newtoniens, ou bien les tenants de l'École cartésienne qui, au lieu de se livrer à l'étude expérimentale de l nature, feignent partout des tourbillons de matière subtile insaisissables à tous les sens, traversant tous les corps, e toujours exactement doués des propriétés requises pou rendre compte des phénomènes les plus embarrassants « Leurs spéculations ne sont qu'un tissu d'hypothèses malgré le soin qu'ils prennent de ne raisonner que selo les lois de la mécanique. Ce peut être une belle fable qu'il nous content, mais ce n'est qu'une fable. » Ainsi s'exprim Roger Cotes, en présentant au monde savant la second édition des *Principes* de Newton.

## IX.

La fécondité de la physique newtonienne en assura l triomphe.

Tandis que le principe de la gravitation universelle soumis à l'analyse mathématique par tous les grand géomètres du XVIII^e^ siècle, fournissait la formule minu tieusement précise des moindres inégalités des mouvement célestes, les mesures géodésiques, — l'un des plus beau titres de gloire de l'Académie des Sciences de Paris, — donnaient raison à la théorie newtonienne de la figure d la Terre, en condamnant celle que Huygens avait tirée de tourbillons cartésiens.

Bientôt, les méthodes nouvelles remportèrent en physi que terrestre des succès aussi éclatants qu'en mécaniqu céleste.

Newton avait émis l'hypothèse que les réflexions e réfractions de la lumière étaient dues aux actions que le corps exercent, à petite distance, sur les projectiles lumi

neux ; cette hypothèse permettait à Laplace de retrouver non seulement les lois de la réflexion et les lois de la réfraction simple, mais encore les lois de la double réfraction du spath d'Islande, que Huygens avait rattachées à des idées proches de celles de Descartes.

Sur une hypothèse analogue, Laplace fondait une théorie de la chaleur qui rendait raison de tous les effets thermiques dont s'accompagne l'expansion et la contraction des gaz, et qui expliquait le véritable mécanisme de la propagation du son dans l'air.

Newton s'était demandé si l'ascension des liquides dans les tubes capillaires n'était pas due aux actions qui s'exercent à très petite distance entre les particules du tube et du liquide; Clairaut, Jurin, Ségner, Young, essayaient de soumettre cette hypothèse au calcul, frayant la voie à Laplace qui la prenait pour base d'une théorie détaillée, minutieusement vérifiée par l'expérience.

Newton avait cherché à expliquer les phénomènes chimiques par des attractions d'affinité s'exerçant entre des substances différentes; et, au commencement de ce siècle, dans son *Essai de statique chimique*, écrit dont la profondeur et la divination surprennent encore aujourd'hui, Berthollet s'efforçait de prouver que « les puissances qui produisent les phénomènes chimiques sont toutes dérivées de l'attraction mutuelle des molécules des corps, à laquelle on a donné le nom d'affinité, pour la distinguer de l'attraction astronomique ».

La cohésion des solides n'est-elle pas, elle aussi, l'effet des actions moléculaires qu'exercent les unes sur les autres les diverses parties des corps? Newton avait simplement posé la question; Boscowich y avait insisté; et voici que Poisson, Navier, Cauchy, fondaient sur l'hypothèse de l'attraction moléculaire une théorie complète de l'élasticité des corps solides, l'une des plus belles de la physique mathématique.

Newton avait signalé l'analogie des actions électriques

et magnétiques avec l'attraction de gravité ; Tobie Mayer et Coulomb montraient que les lois de ces diverses actions s'expriment par des formules identiques et Poisson fondait sur cette découverte les théories mathématiques de l'électricité et du magnétisme, émules de la mécanique céleste par leur beauté, par leur fécondité, comme par leurs difficultés.

Enfin, à peine les phénomènes électromagnétiques et électrodynamiques étaient-ils découverts par Œrstedt et par Ampère, que celui-ci en ramenait l'explication à des actions mutuelles soumises aux règles fondamentales de la physique newtonienne.

Dans la trente-et-unième et dernière question de l'*Optique*, Newton avait tracé un audacieux programme, en indiquant que tous les phénomènes de la physique terrestre, comme tous les mouvements de la mécanique céleste, devaient s'expliquer par des attractions et des répulsions mutuelles exercées à distance; et voilà que la réalité dépassait les plus téméraires prévisions de ce programme! Aussi Poisson annonçait-il l'avènement de la « *Mécanique physique*, dont le principe unique serait de ramener tout aux actions moléculaires, qui transmettent d'un point à l'autre l'action des forces données et sont l'intermédiaire de leur équilibre ». Aussi Laplace écrivait-il : « Tous les phénomènes terrestres dépendent de ce genre de forces, comme les phénomènes célestes dépendent de la gravitation universelle. La considération de ces forces me paraît devoir être maintenant le principal objet de la philosophie mathématique. »

Mais que sont ces forces qui s'exercent à grande distance entre corps célestes, ou à petite distance entre molécules matérielles ? Sont-ce des propriétés essentielles et immédiates de la matière, irréductibles à aucun mécanisme, ou, au contraire, les effets d'un mécanisme encore inconnu ? Comme Newton, qui se contentait d'avoir établi par induction l'existence de l'attraction universelle et se

refusait à faire aucune hypothèse sur l'origine de cette force ; comme Leibniz, qui recommandait au physicien de ramener l'explication de tout phénomène à la matière, au mouvement et à la force, en laissant au métaphysicien le soin de pousser plus loin l'analyse de ces trois éléments, les plus illustres newtoniens se refusent à analyser les notions d'attraction et de répulsion à distance qu'ils introduisent dans leurs théories. « Je pense donc, écrit Boscowich, que deux points matériels quelconques sont également déterminés à s'approcher l'un de l'autre pour certaines valeurs de leur distance, ou à s'éloigner l'un de l'autre pour d'autres valeurs de cette distance, et cette détermination je l'appelle force, attractive dans le premier cas, répulsive dans le second. Par ce nom de force, je n'entends pas exprimer le mode d'action, mais simplement la détermination elle-même, d'où qu'elle provienne. » Laplace disait de même, au sujet du principe de la gravitation universelle : « Ce principe est-il une loi primordiale de la nature ? N'est-il qu'un effet général d'une cause inconnue ? Ici l'ignorance où nous sommes des propriétés intimes de la matière nous arrête et nous ôte tout espoir de répondre d'une manière satisfaisante à ces questions. »

## X.

Le début du XIX^e^ siècle marque l'apogée de la physique newtonienne.

Au moment même où cette doctrine arrive à son plein développement, les progrès de l'étude de la nature viennent la contredire en plus d'un point et bientôt certaines branches maîtresses de la physique poussent dans un autre sens que celui où le XVIII^e^ siècle les avait dirigées.

C'est d'abord l'optique, qui rejette l'hypothèse de l'émission et que Young et Fresnel construisent sur un plan nouveau, en reprenant l'hypothèse des ondulations, émise

par le cartésien Huygens. C'est ensuite la science de la chaleur, qui abandonne la théorie du calorique, devenue, grâce à Laplace, l'une des applications les plus fécondes de la doctrine des actions moléculaires, pour attribuer les effets de la chaleur aux mouvements petits et rapides des dernières parties des corps. Ces évolutions, dont nous avons retracé l'histoire (1), ramenaient les esprits dans une voie peu différente de celle qu'avait tracée Descartes.

Toutefois, si puissante et si durable avait été l'influence des idées newtoniennes, que les physiciens, tout en modifiant profondément certaines parties de la physique théorique, demeurent fidèles aux principes fondamentaux sur lesquels reposait la doctrine de l'attraction.

Young et Fresnel proposent une optique qui est comme le développement naturel de l'optique du cartésien Huygens ; mais lorsqu'il s'agit d'expliquer les propriétés élastiques de cet éther dont les ondes propagent les vibrations lumineuses, Fresnel le suppose formé de points matériels qui s'attirent les uns les autres à petite distance, et Cauchy met au service de cette hypothèse la prodigieuse puissance de son analyse.

Sadi Carnot, Robert Mayer, Joule, Colding, Helmholtz, admettent, comme Descartes, que la chaleur consiste essentiellement en un mouvement des particules ultimes des corps ; mais Clausius ne peut donner à leurs idées une forme systématique qu'en faisant intervenir dans ses raisonnements le travail effectué par les actions moléculaires.

La renaissance de la théorie mécanique de la chaleur remet en vogue l'explication purement cinétique des propriétés des gaz que l'École cartésienne des Bernoulli avait conservée et développée en Suisse, alors que la physique newtonienne triomphait dans toutes les acadé-

(1) Voir la REVUE DES DEUX MONDES des 1 mai 1894, 15 juin, 15 juillet et 15 août 1895.

mies d'Europe ; mais cette explication même ne peut éviter l'intervention des actions moléculaires, et Maxwell doit les invoquer pour éviter les désaccords de la théorie et de l'expérience.

Aussi, parmi ceux-là mêmes qui contribuèrent le plus largement au développement de la théorie mécanique de la chaleur, trouvons-nous bon nombre de newtoniens convaincus ; certains, tels qu'Athanase Dupré et Hirn, suivant en cela l'exemple de plusieurs philosophes du XVIII^e siècle, n'hésitent pas à regarder les attractions et répulsions mutuelles des molécules comme des propriétés premières, irréductibles et essentielles de ces molécules.

Néanmoins, bien que l'optique et la théorie de la chaleur, en abandonnant les corpuscules lumineux et le fluide calorifique, ne se fussent pas entièrement débarrassées des forces qui s'exercent à distance, ce retour partiel à la physique cartésienne devait entraîner une réaction contre l'hypothèse des attractions et des répulsions. De nouveau, un grand nombre de philosophes et de physiciens conçurent le désir de réduire tous les phénomènes du monde inorganique à la matière et au mouvement, sans faire intervenir aucune qualité, aucune force primordiale, aucune affinité ; de nouveau, le pur mécanisme tenta de rejeter le dynamisme. Des tentatives pour expliquer, sans aucune action à distance, la gravitation universelle, les propriétés de l'éther lumineux, les phénomènes électriques ou magnétiques se succédèrent sans interruption pendant de longues années ; ces tentatives étaient souvent ingénieuses, mais elles étaient stériles ; elles expliquaient laborieusement les lois connues, sans en révéler de nouvelles ; aussi, aucune d'entre elles ne parvint-elle à réunir l'assentiment d'une grande école de physiciens, jusqu'au jour où d'admirables découvertes, faites par Helmholtz dans le domaine de l'hydrodynamique, vinrent donner aux doctrines mécanistes une énergique impulsion.

Cauchy a montré que l'on pouvait se représenter très simplement la modification éprouvée, pendant une durée infiniment courte, par une très petite partie d'un corps qui se meut en se déformant d'une manière quelconque. Cette modification résulte toujours de trois modifications plus simples : en la première, la particule matérielle subit une déformation qui la dilate inégalement suivant trois directions rectangulaires convenablement choisies ; en la seconde, elle tourne d'un très petit angle autour d'une certaine droite, menée par son centre de gravité, et que l'on nomme son *axe instantané de rotation ;* en la troisième, sans changer de forme ni d'orientation, elle se transporte d'une très petite longueur dans une direction déterminée. De ces trois espèces de modifications : dilatations, rotation, translation, une ou deux peuvent faire défaut ; par exemple, telle ou telle particule de la masse étudiée peut n'éprouver aucune rotation. Lorsque le mouvement infiniment petit d'une particule comporte une rotation instantanée, on le nomme *mouvement tourbillonnaire.*

Les mouvements tourbillonnaires des fluides sont doués d'étranges propriétés.

Considérons un fluide, gaz ou liquide, que nous supposons dénué de toute viscosité, et imaginons que ce fluide soit en mouvement. Si, à un instant quelconque du mouvement, une particule de ce fluide est privée de mouvement tourbillonnaire, elle en sera privée pendant toute la durée du mouvement ; si, au contraire, elle est douée de rotation, à aucun moment cette rotation ne pourra ni s'arrêter, ni changer de sens.

Il y a plus. Prenez une particule animée d'une rotation instantanée et prolongez hors de sa masse l'axe autour duquel elle tourne ; cet axe va rencontrer une nouvelle particule, contiguë à la première et tournant dans le même sens qu'elle autour d'un axe peu différent du premier ; on peut ainsi, à partir d'une première particule tourbillonnante, déterminer de proche en proche une file de parti-

cules semblables : on dirait d'un collier de perles, toutes enfilées dans un même brin de soie, autour duquel elles tourneraient ; parmi ces perles, les unes, plus grosses, tournent plus lentement ; les autres, plus menues, sont animées d'un mouvement de rotation plus rapide ; mais toutes tournent dans le même sens. Tantôt le brin de soie idéal qui relie ces perles tourbillonnantes traverse de part en part la masse fluide, pour ne se terminer qu'aux surfaces qui la limitent ; vous avez alors un *tube-tourbillon ;* tantôt il vient se fermer sur lui-même, en un collier flexible ; vous avez, dans ce cas, un *anneau-tourbillon.*

Lorsqu'un fluide sans viscosité renferme un tube-tourbillon ou un anneau-tourbillon, la masse fluide qui compose, à un instant donné, ce tube ou cet anneau, est aussi celle qui le composera indéfinement ; le brin de soie qui relie entre elles les perles tourbillonnantes a beau n'être qu'un fil idéal ; c'est aussi un fil incassable ; il peut se déformer et se déplacer, le tube ou l'anneau peut s'infléchir, onduler, parcourir la masse fluide en tout sens ; le fil ne peut se couper ; chacune des perles qui composent le tube ou l'anneau est invinciblement liée à ses compagnes.

Semez ces étranges anneaux-tourbillons au sein d'un fluide privé de mouvements tourbillonnaires ; vous les verrez s'approcher ou s'éloigner les uns des autres comme si des forces, exercées à distance, les sollicitaient : forces fictives, qui ne sont que l'effet apparent des pressions engendrées par les tourbillons dans le fluide interposé ; les formules qui régissent ces forces ont d'étroites analogies mathématiques avec les lois électrodynamiques établies par Ampère.

Ces propositions surprenantes n'ont rien d'hypothétique ; ce sont des *théorèmes,* que des déductions rigoureuses font sortir des principes de l'hydrodynamique ; établir ces propositions certaines, c'est le rôle auquel s'était borné l'esprit logiquement prudent de Helmholtz.

L'imagination audacieuse de W. Thomson fit jaillir de ces théorèmes une physique nouvelle.

Que l'espace soit rempli d'un éther fluide, dénué de viscosité ; que d'innombrables anneaux-tourbillons, formés de ce même fluide, flottent dans le reste de l'éther que n'anime aucun mouvement tourbillonnaire ; chacun de ces anneaux-tourbillons, chacun de ces *vortex*, sera un système matériel invariable de masse, insécable, éternel, en un mot un *atome*. Les dimensions, les formes, les vitesses de rotation de ces divers anneaux-tourbillons peuvent offrir une infinie variété ; il pourra donc y avoir une infinité d'espèces d'atomes et les chimistes ne devront plus s'étonner si l'expérience leur révèle chaque jour un nouveau corps simple. Ces vortex s'approcheront ou s'éloigneront les uns des autres comme si des actions s'exerçaient à distance de l'un à l'autre ; ces actions seront des forces fictives, l'effet des pressions que les anneaux-tourbillons engendrent dans l'éther ambiant. Ainsi se trouvera constitué un monde formé d'une matière une, sans qualité, capable seulement de figure et de mouvement, le monde que réclamaient les cartésiens.

« Mais, disait Huygens, la plus grande difficulté consiste à faire voir comment tant de choses diverses sont effectuées par ces seuls principes. - Aussi W. Thomson, Tait, Maxwell, Lodge se sont-ils efforcés de déduire de l'hypothèse *gyrostatique* la théorie de la lumière, les lois fondamentales des actions chimiques, l'explication des phénomènes électriques et magnétiques ; ce sont, en effet, les physiciens britanniques qui ont surtout contribué au développement de la doctrine des *vortex* ; leur intelligence, plus apte à imaginer le fonctionnement de mécanismes compliqués qu'à concevoir des qualités accessibles à la seule abstraction, en faisait les apôtres naturels de ce cartésianisme nouveau.

Sont-ils parvenus à le transformer en une théorie complète, reliant d'une manière logique les diverses branches de la physique qui avaient invoqué jusque-là l'hypothèse des actions à distance ? Force est de recon-

naître que leurs efforts sont loin d'avoir atteint cet idéal ; les applications qu'ils ont pu faire de la théorie des tourbillons se présentent sous forme d'aperçus isolés, sans lien les uns avec les autres ; chacun de ces aperçus présente plutôt des analogies avec une partie de la physique, en forme plutôt un *modèle mécanique*, selon le mot cher aux physiciens anglais, qu'il n'en constitue une véritable théorie, classant l'ensemble des lois expérimentales en une suite rigoureusement logique et parfaitement ordonnée.

Comme le cartésianisme primitif, ce cartésianisme nouveau séduit par la simplicité et l'ampleur de ses hypothèses premières ; mais, comme lui, il ne tarde pas à rebuter l'esprit par la complication, par la bizarrerie, par l'allure arbitraire et peu naturelle, par l'invraisemblance des combinaisons qui lui servent à « construire la machine du monde ». Un sentiment invincible nous avertit que la matière ne saurait être faite comme l'imagine W. Thomson ou Maxwell, et nous sommes tentés de nous écrier avec Pascal : « Tout cela est ridicule ; car tout cela est inutile, et incertain, et pénible. » Aussi la doctrine des vortex a-t-elle rencontré peu de partisans parmi les physiciens du continent ; Helmholtz, dont les travaux l'avaient engendrée, n'a jamais consenti à l'adopter.

Le dynamisme newtonien, le système de l'action à distance, plus heureux que le cartésianisme, suffit-il à tous les besoins de la physique moderne? Sans parler des difficultés insurmontables, ou tout au moins insurmontées, auxquelles il se heurte en élasticité et en optique, le dynamisme, aussi bien que le pur mécanisme cartésien, demeure frappé d'impuissance lorsqu'il s'agit de rendre compte de l'une des lois dominantes de la science moderne, de la loi qui porte les noms de Carnot et de Clausius ; les deux doctrines qui, pendant deux cent cinquante ans, se sont disputé le champ de la physique, ne se peuvent plier aux idées nouvelles introduites par la thermodynamique.

## XI.

M. H. Poincaré est l'un des géomètres qui ont le plus contribué à mettre en lumière cette vérité : le dynamisme de Leibniz, de Newton et de Boscowich, comme le mécanisme pur des cartésiens, est incompatible avec la thermodynamique. Certains penseurs se sont effrayés d'une conclusion qui aboutissait « au renversement de la grande réforme d'où est sortie la physique moderne et à la restauration plus ou moins dissimulée des anciennes qualités occultes ». A quoi M. H. Poincaré s'empresse de répondre : « Je n'ai jamais eu la pensée de restaurer les qualités occultes... »

D'autres physiciens, plus audacieux, vont jusqu'au bout de la conclusion devant laquelle l'illustre géomètre semble se dérober. Oui, disent-ils avec Rankine, le pur mécanisme cartésien, qui attribue à la matière la figure et le mouvement, mais lui refuse toute qualité, est frappé de stérilité; oui, le système dynamiste, formulé philosophiquement par Leibniz et réalisé pratiquement par Newton, le système qui veut condenser en un seul élément, la force, tout ce qu'il y a de qualitatif en la matière, n'est pas assez souple pour se plier aux lois essentielles de la physique actuelle; il nous faut donc admettre que la matière peut posséder des qualités diverses, non réductibles à la figure et au mouvement, qualités dont le physicien peut constater l'existence et étudier les effets, mais qu'il ne peut expliquer, qualités qui doivent être les éléments ultimes de ses théories, qui demeureront pour lui *occultes*, mais qui n'en seront pas moins très certainement et très exactement connues. Lorsqu'un corps nous paraît chaud, ce n'est pas qu'il renferme un fluide particulier ou que ses molécules soient animées d'un certain petit mouvement; c'est qu'il possède une certaine qualité, à un certain degré d'intensité; qualité dont la nature intime nous demeure inconnue, mais dont

l'existence et les modifications se révèlent avec une précision minutieuse à la méthode expérimentale; c'est cette qualité que nous nommons *chaleur*; la lumière n'est pas un état vibratoire de l'éther, c'est une qualité; l'aimantation est une qualité, l'électrisation en est une autre.

Non pas qu'il faille, à l'imitation de certains scolastiques, attribuer chaque nouveau phénomène à une nouvelle qualité irréductible, à une nouvelle propriété essentielle de la matière. En présence d'un phénomène inconnu jusqu'alors, le physicien se demandera d'abord s'il n'est pas un effet nouveau d'une qualité déjà découverte; il emploiera toutes les ressources de la méthode expérimentale pour faire rentrer le fait qui vient d'être mis en lumière dans les cadres déjà établis; mais, lorsque des tentatives sagement conduites, longuement et ingénieusement variées, n'auront pu obtenir cette réduction, il n'hésitera plus à voir dans le phénomène étudié la manifestation d'une nouvelle qualité première.

Lorsque les chimistes donnent à un corps le nom de *simple*, ce n'est pas qu'une analyse philosophique leur ait fait reconnaître que la matière de ce corps ne provenait point de l'union d'autres substances ; ils le nomment corps simple parce que ni la chaleur, ni le courant électrique, ni l'étincelle, ni les réactifs variés n'ont pu, jusqu'à ce jour, le décomposer ; en sorte que cette désignation est toute provisoire et qu'un corps, simple aujourd'hui, peut être composé demain. De même, ce que les physiciens nomment qualité *première*, c'est une qualité que la méthode expérimentale n'a pu, jusqu'ici, réduire à quelque autre ; mais cette réduction, actuellement impossible, peut être, dans un avenir plus ou moins éloigné, l'effet d'une théorie audacieuse ou d'une expérience heureuse ; la lumière et l'électricité désignent aujourd'hui deux qualités distinctes ; un jour, peut-être, elles ne seront plus regardées que comme deux manifestations diverses d'une même qualité.

En réintégrant la chaleur, la lumière, l'électricité, le

magnétisme, dans la catégorie de la qualité, les physiciens vont-ils se priver du langage mathématique, si précis, si concis, qui a apporté dans les raisonnements de la physique tant d'ordre et de clarté, qui a si puissamment aidé aux admirables développements de cette science ? Non pas. Sans doute, la chaleur, la lumière, l'électricité, le magnétisme, exclus de la catégorie de la quantité, ne seront plus des *grandeurs*, ne se *mesureront* plus ; les nombres n'en fourniront pas moins des symboles aptes à représenter les divers états de chacune d'elles et l'échelle des nombres offrira de commodes repères pour désigner le degré de son intensité ; le physicien notera cette intensité comme l'examinateur, par des chiffres, note l'instruction d'un candidat, sans prétendre la mesurer ; aux qualités qu'expriment ces mots : être chaud, être lumineux, être aimanté, être électrisé, correspondront des nombres symboliques qui se nommeront température, intensité lumineuse, intensité magnétique, quantité d'électricité ; la chaleur, la lumière, le magnétisme, l'électricité, qui sont des qualités, échappent aux prises de l'algèbre ; mais la température, l'intensité lumineuse, l'intensité magnétique, la quantité d'électricité, qui sont des nombres, seront régies par cette science ; les lois de la physique, qui portent sur des qualités, s'exprimeront fidèlement par des formules algébriques, et la quantité pure, le *nombre entier*, sera l'élément ultime de la langue qui servira à décrire le monde des qualités.

Les théories mathématiques ainsi constituées n'ont plus, comme les théories cartésiennes, la prétention d'expliquer les lois découvertes par la méthode expérimentale, en remontrant de cause en cause jusqu'aux éléments métaphysiquement simples et irréductibles des choses matérielles ; la qualité, provisoirement regardée comme qualité première, à laquelle elles ramènent un groupe de propriétés, elles ne l'analysent pas ; elles se contentent de la désigner par un nom, d'en noter l'intensité par un nombre qui croît ou décroît en même temps que cette intensité

s'exalte ou s'atténue; elles laissent au métaphysicien le soin d'aller au delà ; elles ne se piquent pas de savoir ce qu'est la lumière, ce qu'est la chaleur, ce qu'est l'électricité, mais seulement quels effets sont attribuables à la lumière, quels à la chaleur, quels à l'électricité ; le mot même d'explication a pris pour elles un sens nouveau. « Voulez-vous rendre raison d'un phénomène compliqué ? Exposez-le géométriquement ; vous aurez tout fait. » C'est ainsi que Gamaches résumait ironiquement la méthode de Newton ; c'est ainsi que l'on pourrait définir fidèlement ce qu'un physicien moderne entend par expliquer un phénomène ; marquer sa place dans la classification logiquement ordonnée et exprimée en langage mathématique que l'on nomme *physique théorique*, c'est le terme de ses efforts.

La physique, développée selon les idées de Descartes ou de Newton, était dominée par une science plus élevée, la mécanique, dont les lois étaient la règle suprême de ses théories. Si l'explication des phénomènes physiques ne se réduit pas, en dernière analyse, aux notions de matière, de mouvement et de force, la mécanique n'est plus la suprême gardienne des principes généraux de la physique. Devons-nous donc renoncer à constituer une science très haute et très générale qui fournirait à chacune des branches de la physique le moule où se doivent couler ses théories ? Non pas. Mais il faut que cette science, plus large que l'ancienne mécanique, cesse d'être consacrée à la seule étude du mouvement local, pour embrasser les lois générales de toute transformation des choses matérielles, les lois du *mouvement physique* entendu au sens large d'Aristote ; il faut qu'elle traite non seulement du changement de lieu dans l'espace, mais encore de tout mouvement d'altération, de génération et de corruption. Or, cette science n'est plus à créer ; les grandes lignes en sont déjà marquées ; elles ont été tracées par les physiciens de ce siècle qui, en cherchant à réduire la chaleur au mouvement, sont parvenus à condenser les branches

les plus diverses de la physique en une science unique qu'ils ont nommée la *Thermodynamique*, que Rankine, affirmant le premier son rôle nouveau, nommait l'*Énergétique*. Les formules de la thermodynamique renferment les lois du mouvement local, du mouvement qui fait tomber les graves et accomplir aux astres leurs révolutions, du mouvement qui agite les solides, les liquides et les gaz, donnant naissance aux ouragans du ciel, aux lames de l'océan, comme aux accords de l'orgue ou de la harpe ; mais elles renferment aussi les lois de tout mouvement physique : mouvement par lequel les qualités paraissent ou disparaissent, augmentent ou diminuent d'intensité, par lequel un corps s'échauffe ou se refroidit, s'aimante ou se désaimante ; mouvement par lequel tout un groupe de qualités cède la place à un groupe de qualités différentes, par lequel un corps solide devient fluide, par lequel un liquide se transforme en vapeur ; mouvement par lequel les corps simples s'unissent pour composer les mixtes, par lequel les mixtes se résolvent en leurs éléments, par lequel les corps se dissolvent les uns dans les autres, par lequel les combinaisons chimiques s'engendrent et se dissocient.

Cette science, dont la construction paraît être le grand œuvre des physiciens du XIX^e siècle, comme la construction de la dynamique a été le grand œuvre des physiciens du XVIII^e siècle, c'est vraiment la *Physique* dont Aristote avait esquissé les grandes lignes ; mais c'est la physique d'Aristote développée et précisée par les efforts des expérimentateurs et des géomètres, efforts continués sans relâche depuis près de trois siècles. — C'est la physique d'Aristote, mais c'est aussi la physique de Descartes ; car c'est à Descartes qu'elle est redevable de l'usage général des nombres non seulement pour mesurer la grandeur de toutes les quantités qu'elle considère, mais encore pour graduer l'intensité de toutes les qualités qu'elle emploie ; usage qui réalise vraiment la *mathématique universelle* rêvée par le grand philosophe du XVII^e siècle.

— C'est aussi la physique de Képler, de Galilée, de Pascal et de Newton ; car Képler, Galilée et Pascal lui ont donné la méthode qui permet de transformer les indications des instruments en lois exprimées par des formules algébriques ; car Newton lui a enseigné l'art de réunir et d'ordonner les lois en théories. — C'est encore la physique d'Euler, de Lagrange, de Laplace, de Poisson, de Green, de Gauss ; car ces grands géomètres ont créé les formes mathématiques qui lui permettent d'énoncer ses principes et d'en déduire les conséquences. — C'est enfin la physique de Robert Mayer, de Sadi Carnot, de Joule, de Thomson, de Clausius, de Helmholtz ; car elle leur doit les idées nouvelles qui l'ont formée en élargissant l'ancienne mécanique.

Impatient de quitter le champ où la physique de l'École le tenait enfermé, l'esprit humain a employé trois siècles et des milliers de savants à se frayer une route vers la science véritable du monde matériel. La direction de cette route a changé bien souvent et, aujourd'hui, nous constatons avec étonnement qu'elle se ferme sur elle-même et nous ramène au point de départ. Et cependant, dans cet immense labeur, il n'est pas un travailleur dont l'œuvre ait été perdue ; non pas que cette œuvre ait toujours servi à quoi son auteur la destinait ; le rôle qu'elle joue dans la science d'aujourd'hui diffère souvent du rôle qu'il lui attribuait ; elle a pris la place qu'avait marquée d'avance Celui qui mène toute cette agitation.

P. Duhem,
professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

# LES ALPES

## LEURS FORÊTS ET

## LES HOMMES PRIMITIFS.

---

« Tout est dans tout », a dit je ne sais plus quel penseur. Ce qui doit, sans doute, s'entendre en ce sens que, d'un fait particulier, il est toujours possible de s'élever à des faits de plus en plus généraux et, finalement, d'embrasser toutes choses.

Le massif orographique des Alpes est assurément un grand fait géologique, en même temps qu'un détail considérable du relief actuel du globe et un élément non sans valeur dans l'histoire de l'*évolution* humaine, pour employer un terme à la mode du jour.

Tirer de ce fait géologique toute la cosmogonie aujourd'hui admise, depuis la fameuse théorie de Laplace jusqu'aux systèmes orogéniques des Élie de Beaumont, des Lapparent et des Suess; décrire à ce propos l'orographie générale de l'Europe et de l'Asie, et retracer l'historique des étapes de l'esprit humain dans la recherche et l'étude de la formation et de la constitution de notre sphéroïde, ce serait là une conception hardie autant que grandiose.

Un coup d'œil étendu, à ce propos, sur les différentes ères géologiques et les âges préhistoriques, réels ou supposés, qui les auraient suivies, à partir de la pierre

éclatée des carrières tertiaires de Thenay jusqu'aux palaffites, aux mégalithes et à l'emploi du bronze ; d'intéressantes dissertations, à ce sujet, sur les points de contact de la cosmogonie, de la géologie et de la préhistoire avec l'Écriture sainte, suivies du tableau ethnographique des grandes migrations de peuples à travers les défilés, les vallées et les cols de ce vaste massif montagneux, d'orient en occident, d'occident en orient, du nord au sud, accompagnées de tous les faits mythologiques et légendaires qui s'y rattachent, ce serait là encore un ensemble de vues et d'aperçus généraux qui ne le céderait point aux précédents.

Il y aurait certainement un non moindre intérêt à passer de là à la description d'ensemble et de détail des vingt-huit ou trente chaînes particulières, réparties en Alpes Occidentales, Centrales et Orientales, entre lesquelles se partage le massif alpin tout entier ; à donner le tableau des sommets, des passages, des cols, des seuils, des « cluses », des points remarquables qui sont à y signaler, des lacs de toutes formes, de toutes dimensions qui s'y rencontrent à toutes les altitudes, des cascades qui y bondissent, des cours d'eau qui y animent et vivifient les vallées ; à retracer le développement des routes carrossables, postales, muletières, simples sentiers qui permettent, moyennant difficultés et fatigues plus ou moins grandes, le parcours de ces régions tourmentées ; puis, à l'occasion de ce parcours, à décrire les aspects infiniment variés de cette nature pittoresque, la coexistence des climats extrêmes sous des latitudes voisines avec les végétations et flores appropriées, et à découvrir le tableau des anciennes voies de communication de la haute antiquité, dans les Alpes et ailleurs, et sous la domination romaine, avec l'indication des moyens de transport alors connus ou usités et des transactions commerciales qu'ils facilitaient ou rendaient possibles.

Le progrès étant une loi de la nature humaine qui a été créée pour le mouvement et le perfectionnement, l'histo-

rique des voies de communication avant et depuis les voies romaines jusqu'aux routes modernes, amènerait logiquement à parler des chemins de fer qui, aujourd'hui, contournent, transpercent et surplombent, dans tous les sens et toutes les directions, les versants, les rocs et les vallées de ces innombrables montagnes, vaste intumescence dont l'Europe centrale est recouverte comme d'un manteau de calcaire et de granit. Toute l'histoire de ce mode semi-séculaire de communication et de transport est écrite sur les flancs de nos Alpes européennes; on peut la retracer à partir de la première locomotive, qui fut lancée sur les rampes très adoucies des premiers essais, jusqu'aux machines perfectionnées, aux pentes hardies, aux voies funiculaires et à crémaillère et à la rapidité croissante réalisées aujourd'hui. Le percement des monts Cenis, Saint-Gothard et de l'Arlberg, fournirait encore un historique des plus intéressants par l'exposé des difficultés qu'il a fallu surmonter, des progrès des procédés et de l'outillage employés, et enfin de l'importance des intérêts économiques et commerciaux engagés dans ces colossales entreprises.

N'y a-t-il pas, dans l'esquisse qui vient d'être tracée à propos du massif des Alpes, le plan d'une étude quasi-encyclopédique? Et ne pensez-vous pas que, pour la mener à bien, il faudrait, après avoir suivi soi-même tous les défilés, gravi tous les sommets, parcouru toutes les vallées de cette immense région, avoir à sa disposition à la fois les connaissances du géologue, du géographe, du botaniste, du préhistoricien et de l'archéologue, de l'historien et de l'érudit, de l'économiste, de l'ingénieur, du lettré? Ou plutôt n'y faudrait-il pas la collaboration de tous ces spécialistes ?

Eh bien, ce vaste plan, ce sujet en quelque sorte encyclopédique, a été adopté, suivi, traité avec un rare bonheur par un seul auteur, M. Charles Lenthéric, ingénieur en

chef des ponts et chaussées, dans un fort volume in-8°, enrichi de six grandes cartes, et qu'il a intitulé : *L'Homme devant les Alpes* (1).

L'indication, qui vient d'être donnée de tout ce qui pourrait s'écrire à propos du massif orographique des Alpes, n'est en réalité que l'analyse très sommaire de cet ouvrage. Nous n'aurons donc pas à y revenir. Il peut être intéressant, néanmoins, d'examiner plus à fond certaines de ses parties et de soumettre à une critique bienveillante mais sincère quelques-unes des idées qui y sont exprimées et qui prêteraient à contestation ou au moins à discussion.

## I.

### DANS LES ALPES CENTRALES ET OCCIDENTALES.

Nous disions tout à l'heure que l'exécution du plan indiqué nécessite les connaissances les plus variées, le savoir et les aptitudes de huit ou dix spécialistes différents, et que notre auteur a trouvé le secret de remplir à lui seul un programme aussi encyclopédique. Il faut ajouter, pour être complet, que, chez lui, le savant se double du poète et de l'artiste. Les descriptions des sites qu'il admire — et qu'il fait admirer — sont d'une fraîcheur achevée, d'un sentiment exquis, en même temps que d'une vérité parfaite.

Qu'il nous soit permis d'en donner plus bas quelques exemples; en pareille matière il ne suffit pas d'exposer, il faut citer.

Vers le milieu de la chaîne principale des Alpes centrales, celle qui comprend les hauts sommets des Alpes Pennines, Lépontiennes, Rhétiques, et qui se continue à l'est par les collines Noriques et les Alpes de Radstadt, s'étend la région qui va du Simplon, du Saint-Gothard,

(1) 1896 ; Paris, Plon et Nourrit.

des sources du Rhône, du Rhin et du Tessin jusqu'au Brenner, ce mont central du Tyrol, moins remarquable par son altitude (1382 m.) que comme point de partage des eaux entre l'est et l'ouest, le nord et le sud du massif. Dans son voisinage prennent leur source : le Salzach qui, après avoir coulé de l'ouest à l'est, vire brusquement au nord en contournant le Hochkönig (2938 m. d'altitude), au sud de Salzbourg, pour aller rejoindre l'Inn à Braunau et se jeter avec lui dans le Danube à Passau ; la Drave, qui court vers l'est jusqu'au Danube à Belgrade ; l'Adige, affluent de l'Adriatique, au sud de Venise ; plus à l'ouest, entre les cols de Splügen, chez les Grisons, et de Stelvio à l'ouest du Tyrol, coulant sur les versants italiens, les nombreux affluents de la rive gauche du Pô.

C'est dans ces parages que l'auteur décrit les cultures et les végétations échelonnées sur les pentes depuis le lit des cours d'eau jusqu'aux faîtes : « En bas les jardins et les vergers, au-dessus la magnifique draperie des forêts, sur les plateaux élevés les alpages et les gazons, dans la région supérieure enfin, au milieu des neiges, les mousses et les lichens. »

Puis ce sont ces forêts dont « rien n'égale la majesté », cette végétation dont rien n'égale la puissance, que l'auteur se plaît à décrire :

« Dans les gorges les plus étroites, dans le lit même des torrents, sur des saillies de roches nues, sur d'énormes encorbellements de pierre surplombant le précipice, des pins merveilleux s'élèvent par milliers, aussi droits que des mâts de navire, *comme s'ils avaient trouvé un sol de première qualité.* »

On voit par ce dernier membre de phrase (nous l'avons souligné) que le poète, l'artiste, ne font pas perdre ses droits au praticien, à l'ingénieur, à l'agronome. Ce dernier continue :

« Partout, ailleurs, les végétaux ont besoin de terre,

d'humus, d'une réserve souterraine dans laquelle leurs racines vont chercher les sucs nourriciers indispensables à leur croissance. » Puis le poète reparaissant s'écrie : « Ici ils semblent vivre des débris de la roche qu'ils étreignent, de la poussière du torrent qui les enveloppe, de la neige qui pèse sur leurs branches, de la lumière pure qui les environne. »

Suit le tableau de la régénération naturelle de ces forêts, qu'un forestier de profession n'eût pas mieux tracé. Nous ne saurions résister au plaisir de reproduire cette page, tant à la vérité de l'exposé se joint le charme des images et la fraîcheur du coloris :

« Dans ces grandes masses forestières de la région alpine le renouvellement est rapide et continu. Qu'un arbre vienne à mourir ou qu'on l'abatte, s'il se trouve à proximité d'un chemin qui permette de l'emporter ou d'un torrent qui puisse lui servir de véhicule, à sa place, sur la plaie même du tronc arraché, poussent immédiatement des mousses épaisses, et au-dessus toute une petite flore de fleurs exquises, d'une délicatesse et d'une variété de tons que n'atteignent pas les fleurs civilisées de nos parterres. Sous cette prairie miniature que l'humidité du sol transforme en humus, de petits sapins viennent prendre la place des ancêtres disparus. C'est la forêt de demain ; elle est encore à l'état de pépinière, abritée sous les grandes voûtes des arbres voisins, mais elle grandit peu à peu, se serre, s'épaissit chaque jour ; elle protégera bientôt de nouvelles générations d'arbres, et dans quelques années le vide sera comblé. »

*Dans quelques années* est bien un peu métaphorique. S'il s'agit de sapins, *abietes*, ce n'est guère qu'entre 100 et 120 ans qu'ils commencent à être des arbres faits, et ils atteignent facilement 150 ans, 200 ans même, sans donner aucun signe de dépérissement. Les pins, notamment les pins sylvestres, ont moins de longévité ; souvent ils ne prospèrent plus passé 70 ou 80 ans et commencent à entrer

alors dans la période de la vieillesse. Il n'en reste pas moins un peu hyperbolique de dire que « dans quelques années » sera comblé le vide causé par la chute et l'enlèvement des vieux arbres, car 80 et même 70 ans sont un peu plus que « quelques années ». Mais le droit à l'hyperbole n'est-il pas précisément l'un des privilèges de la poésie (1) ?

Continuons la page commencée :

« Au pied de tous ces arbres séculaires, à la lisière des grands bois, dans les fossés des routes qui les bordent, sur les sentiers qui les traversent, un merveilleux tapis végétal se développe sans fin, formé de toutes les variétés de gazons et de graminées, parsemé de myriades de fleurs bleues, violettes, roses, blanches, de la plus délicate finesse et d'une inexprimable douceur, arrosé par une infinité de ruisselets qui laissent des perles suspendues à tous les brins d'herbe. Cette force et cette grâce de la flore alpestre, cette merveilleuse puissance, cette exubérance vitale sont réellement indescriptibles. On ne saurait en écrire ; il faudrait pouvoir les chanter. »

Ne vous semble-t-il pas que notre écrivain réalise ce qu'il souhaite? N'est-ce pas, sauf le rythme et la rime, détails de forme, un véritable chant qu'il fait entendre en l'honneur des sites forestiers des grandes Alpes? Toutefois l'harmonie des tons ne fait point tort à la variété du tableau. Ce n'est point partout que la montagne revêt sa riche parure forestière :

« A mesure qu'on monte, cependant, la forêt s'appauvrit et s'éclaircit ; la grande draperie végétale est trouée par les rochers, les vides se font plus nombreux, et l'on atteint

(1) L'exactitude eût été plus grande si l'auteur eût dit : « dans quelques années le vide sera *repeuplé* ». En effet, il suffit de quelques années pour que le sol laissé vide par la chute d'un groupe de vieux arbres soit recouvert de jeunes tigelles produites par les semences tombées des arbres voisins ; on dit alors que le sol est repeuplé. Mais ce n'est qu'après un plus ou moins grand nombre d'années que sera comblée, par la croissance et le développement de ce semis naturel, la trouée faite dans le massif boisé par la chute ou l'enlèvement des plus vieux arbres.

la limite de la végétation forestière. Les pâturages se succèdent alors sur les pentes et les plateaux ondulés, ruisselant de l'eau des glaciers, entourés de fondrières remplies de neige. Plus de villages, très peu d'habitations permanentes ; des huttes pour les bergers, quelques remises seulement pour abriter les troupeaux pendant la tourmente. »

Arrêtons là ces citations. On pourrait en remplir un grand nombre de pages avant d'en revenir aux *routes de terre* qui conduisent le voyageur en présence de ces sites merveilleux. De ces routes nous est aussi donnée l'histoire, ainsi que l'évolution civilisatrice dont elles sont l'indice ; car, ainsi que le fait remarquer l'auteur, la moindre route permanente représente un état de civilisation très avancé, ne pouvant demeurer viable que grâce à un entretien et une surveillance ininterrompus.

Mais ce n'est pas sur ce point que nous voudrions attirer plus particulièrement l'attention.

Dans son noble et légitime enthousiasme pour les magnificences de la parure végétale des versants et des hauts sommets des Alpes centrales, l'auteur de *L'Homme devant les Alpes* n'a-t-il pas trop laissé dans l'ombre les tableaux de misère et de ruine que, par le fait de l'homme, présentent trop souvent les versants du sud-ouest, dans nos départements dits des Hautes et Basses-Alpes ? Là ce sont tantôt des montagnes entières, plantureuses jadis, réduites aujourd'hui à l'état d'arides amoncellements de pierres et de graviers stériles ; tantôt des ravinements profonds sillonnent, de leurs thalwegs pierreux aux berges décharnées et mouvantes, des versants naguère encore pleins et verdoyants. Vienne une forte pluie, vienne un de ces orages violents dont les montagnes sont coutumières, les eaux, se rassemblant dans ce gouffre béant, se précipiteront en trombe furieuse, affouillant le lit du torrent, ravinant ses berges, entraînant dans leur course folle terres, graviers, blocs, quartiers de roche arrachés aux

flancs de la montagne, déversant ces matériaux informes en un vaste *cône de déjection* (1) qui ensevelira la vallée sous un linceul de débris !

Ce lamentable spectacle n'est que trop fréquent dans les Alpes Cottiennes et Dauphinoises. Le ravin une fois formé va toujours s'étendant, se ramifiant, se joignant parfois à d'autres torrents instables nés d'une manière semblable sur des versants voisins, portant partout la dévastation et la ruine, brisant, renversant, englouissant sous une irrésistible poussée maisons, bestiaux, villages entiers parfois.

Quelle est la cause de tels désastres ? Elle est tout entière, le plus souvent, dans l'imprévoyance, l'incurie, l'abus de jouissance, tranchons le mot, dans l'égoïsme de l'homme.

Tel versant aujourd'hui aride, échancré par d'affreuses déchirures que nuls filets d'eau n'égayent et ne rafraîchissent en temps ordinaire, mais qui aux jours d'orage se transforment en torrents indomptables, ce versant était autrefois continu, sans autre accident que d'harmonieuses ondulations qui vallonnaient ses flancs couverts d'épais ombrages. L'homme est venu. Il a lancé sous bois ses immenses troupeaux de moutons qui ont piétiné le sol, brouté toute végétation à leur portée, dévoré l'espérance; il a coupé, arraché, abattu sans compter les arbres à sa convenance. Ailleurs, à défaut de végétation ligneuse, d'abondants herbages protégeaient le terrain; l'exercice d'un pâturage modéré, proportionné à l'étendue et à la fertilité du sol, eût maintenu une protection suffisante à la terre productrice. Mais peu importe aux possesseurs

(1) On appelle *cône de déjection* la partie du lit d'un torrent qui se forme en exhaussement, lorsque, au sortir du *goulot* ou canal d'écoulement situé au bas du bassin de réception, les eaux projettent, au pied du versant qu'elles ont affouillé, les matériaux qu'elles entraînent avec elles, lesquels s'étalent alors en éventail sur le sol; ils forment ainsi une sorte de cône très aplati, ayant son sommet à l'embouchure du goulot, et sur le dos duquel se maintient le cours des eaux du torrent.

de bestiaux : « Après moi le déluge », se dit chacun d'eux; et les moutons, lancés par milliers et milliers sur des herbages pouvant en nourrir quelques centaines, les ont dévorés jusqu'à la racine, fouillant même de leur museau aigu le pourtour de celle-ci pour la brouter elle-même. Dénudé, piétiné, désagrégé, le versant est resté sans défense lorsque l'orage a fondu sur lui ; et des sillons, des ravines peu profondes d'abord ont commencé à en labourer les flancs. Le lit des torrents est désormais tracé ; à chaque nouvel orage, à chaque pluie abondante, à chaque fonte de neige, il ira s'élargissant et s'approfondissant, entraînant au loin, pour y porter la destruction, les matériaux qu'il aura arrachés à la montagne.

Tel est l'aspect désolant qu'offrent certaines parties des Alpes Occidentales, douloureux état de choses auquel, depuis une trentaine d'années, l'administration publique s'efforce de remédier par des travaux de digues, de barrages, d'enherbement et de reboisement. Mais si le mal est prompt à se produire, il est long à réparer, difficile surtout, le principal obstacle venant de l'opposition des populations mêmes qui, dans leur intérêt bien entendu, devraient être les premières à favoriser l'action réparatrice.

Voilà un côté de la question de *L'Homme devant les Alpes,* côté non sans importance cependant, que n'a point envisagé le magistral ouvrage où nous avons puisé l'inspiration de cette étude. Il est vrai que le savant auteur et courageux explorateur nous prévient, dans sa préface, qu'il n'est pas encore arrivé à connaître entièrement les Alpes, bien qu'il en ait remonté les grandes vallées et les gorges les plus profondes, gravi ses pics les plus élevés, mis le pied sur plusieurs de ses glaciers, navigué sur ses lacs, côtoyé ses torrents, traversé ses cols dénudés, parcouru ses champs de neige, escaladé ses talus menacés par les avalanches. « Je me suis, ajoute-il, reposé dans ses prairies couvertes de fleurs et sous l'ombre impéné-

trable de ses forêts sacrées » (pourquoi *sacrées?)* ; « et je ne puis dire encore si je les connais ».

Toutefois, il n'était pas inutile de signaler cette lacune qui pourra être comblée dans une édition ultérieure.

## II.

### LES HOMMES PRIMITIFS. — L'HOMME TERTIAIRE.

Les considérations qui nous restent à présenter sont de tout autre nature que celles qui précèdent. Celles-ci ont principalement consisté à faire ressortir l'importance d'une lacune, après avoir attiré l'attention sur les beautés littéraires de l'ouvrage analysé. Nous allons avoir maintenant des réserves à faire, des doutes à élever sur certaines théories de l'auteur, des objections même à lui opposer.

C'est dans la partie du livre consacrée aux temps préhistoriques que nous les trouvons. Chrétien résolu et toujours plein de respect pour les saintes Écritures, comme le prouve, entre autres, ce passage : « Pour nous, chrétiens respectueux de tout ce que l'Église enseigne, qui croyons à l'inspiration divine qui a dicté la Bible, à la vérité absolue de tout ce qu'elle contient, nous tenons à constater qu'elle n'est en contradiction avec aucune des découvertes scientifiques modernes », — le savant écrivain va peut-être un peu loin toutefois dans l'acceptation de systèmes arbitraires ou fortement et très plausiblement contestés.

Il émet d'ailleurs d'excellents principes quand il pose que la Genèse n'est ni un cours d'histoire générale, ni un cours de géologie, d'anthropologie ou d'ethnographie comparée ; que c'est uniquement le récit des principaux faits concernant le Peuple de Dieu, lequel n'a occupé

qu'une portion très restreinte de la terre, récit précédé d'un exposé général très sommaire de la création du monde. Il est également dans le vrai en observant que l'objet du récit de Moïse n'est pas de faire connaître *comment*, mais bien *par qui* le monde a été créé, et que l'auteur de ce récit paraît surtout s'être proposé de mettre les Israélites en garde contre le polythéisme et l'idolâtrie, en leur affirmant que tout ce qu'ils pouvaient admirer dans la nature, notamment les corps célestes, n'étaient pas des dieux, mais les créatures d'un Dieu unique et tout-puissant que seul ils devaient adorer.

S'il est encore exact que l'on ne trouve dans la Genèse aucune date limitative des temps où a pu commencer l'humanité, aucune chronologie fixe et certaine, il est beaucoup moins exact d'affirmer, après François Lenormant, que cette chronologie « ne peut pas et ne doit pas y être ». Beaucoup de bons esprits, fort compétents en pareille matière (1), estiment au contraire qu'il existe ou tout au moins qu'il a existé une chronologie biblique : seulement, comme cette chronologie varie à l'infini suivant les recensions sans nombre qui ont été faites de la Bible, il n'est plus possible de discerner où est la chronologie véritable, ni même d'assurer qu'elle n'est pas entièrement perdue.

Pratiquement, cela semble bien revenir à peu près au même. Mais est-ce une raison pour prendre *chronologiquement* au sérieux la classification des temps préhistoriques en époques chelléenne, moustérienne, solutréenne et magdalénienne ? Incontestablement cette classification a un côté utile, avantageux, en facilitant l'ordre et le classement des nombreux et variés produits des industries de l'âge de la pierre taillée ou paléolithique. Mais

(1) Le R. P. Lagrange, du Collège d'études bibliques de Saint-Étienne à Jérusalem, et M. l'abbé Ch. Robert, entre autres. — Cf. la REVUE BIBLIQUE, années 1895 et 1896.

depuis que, en maintes circonstances, les fouilles des archéologues leur ont fait découvrir des gisements de ces produits dans un ordre différent ou inverse de celui qu'exigerait la théorie, il n'est plus permis de prendre au sérieux les centaines de milliers d'années attribuées à l'âge de l'humanité en vertu de cette fameuse classification.

Il faut du reste convenir que M. Lenthéric reconnaît qu'on ne peut attacher à de telles conjectures une valeur absolue. C'est toutefois trop encore, croyons-nous, que de leur accorder une aussi large place dans ses appréciations. Autant en dirons-nous de l'homme tertiaire, à propos des silex de Thenay de feu l'abbé Bourgeois de savante et sainte mémoire, mais qui s'est mépris sur ce point. Malgré l'autorité du regretté Quatrefages, l'homme tertiaire est aujourd'hui passablement démodé et discrédité. Mais le savant ingénieur en chef ne s'en tient pas là ; il émet l'éventualité d'un homme secondaire comme scientifiquement possible (1).

Cette disposition à accepter pour l'homme l'extrême antiquité que supposerait son origine tertiaire ou la chronologie de M. Mortillet, amène notre auteur à des interprétations des textes de la Genèse au moins bien singulières sinon bien risquées. Ainsi il admettrait volontiers l'existence d'une humanité non adamique, parallèlement à celle-ci qui serait représentée seulement par les

(1) Son raisonnement est celui-ci : L'organisme humain est constitué de manière à pouvoir vivre partout où peuvent vivre les mammifères; il a donc pu être contemporain des premiers mammifères dont les types primitifs ont paru dès les temps secondaires. L'existence de l'homme secondaire, conclut-il, n'aurait donc rien de contraire aux données de la science. « A plus forte raison en est-il de même pour l'homme tertiaire. » Le défaut de ce raisonnement est trop apparent pour qu'il soit nécessaire d'y insister : la majeure en est des plus contestables, et la mineure ne s'y rattache pas nécessairement ; car de ce que les conditions rendant la vie possible sont à peu près les mêmes pour l'homme et pour les mammifères supérieurs, il n'en résulte pas que là où pouvaient vivre des mammifères très inférieurs, comme les petits marsupiaux des âges secondaires, l'homme eût pu trouver des conditions lui ayant permis de vivre, de se développer et de se multiplier.

races blanches, les races jaune et noire provenant d'ancêtres étrangers à Adam et à Ève.

Voici sur quelle exégèse il cherche à étayer cette théorie, qui n'est au fond que la vieille thèse d'Isaac de la Peyrère, au XVII^e siècle, renouvelée de Giordano Bruno et rajeunie de nos jours par certains critiques américains et aussi par Agassiz, par Carl Vogt et par quelques autres. Établissant une distinction, difficile à justifier, entre les deux récits de la création de l'homme aux chapitres I^er et II de la Genèse, les auteurs de cette interprétation estimeraient que cette création *(Gen.*, I, 26, 27), aurait bien été la grande œuvre du sixième jour, mais que celle de la race adamique, distincte de la précédente *(Gen.*, II, 7, 18, 22), aurait eu lieu au septième jour. Entre ces deux créations d'hommes, se serait passé le long espace de temps qui sépare la fin des temps tertiaires de l'époque quaternaire. La terre aurait été habitée alors par des hommes primitifs, « précurseurs » de la race à laquelle nous appartenons. L'on fait encore intervenir le texte sacré pour établir que c'étaient des hommes qui ne travaillaient pas la terre, parce qu'il y est dit *(Gen.*, II, 5), qu'il n'y avait pas d'homme pour travailler la terre : « *homo non erat qui operaretur eam* (1) ». Ce seraient, ajoute notre auteur, « les plus anciens hommes de l'âge de la pierre éclatée, de la pierre polie, peut-être même, sur certains points du globe, des premiers temps de l'âge des métaux ».

L'emploi du texte « *homo non erat* », pour établir qu'il y avait alors des hommes, ne laisse pas que d'être original, mais paraît plus ingénieux que probant. Sans doute, ces trois mots ne constituent pas un texte complet; il faut y ajouter : « *qui operaretur eam* » ou : « *ad colendam terram* ». Mais enfin aucun lien logique n'existe entre l'affirmation qu'il n'y avait pas d'homme pour cultiver la terre et

(1) « *Et homo non erat ad colendam terram* », lit-on dans la traduction littérale interlinéaire d'Arias Montanus. Anvers. 1584.

l'existence de l'homme sur cette même terre. Le sens le plus naturel, le plus simple et admis jusqu'ici, est que s'il n'y avait pas d'homme pour cultiver la terre, c'est parce qu'il n'existait pas d'homme du tout, de même que les exégètes catholiques ont été d'accord jusqu'à présent pour considérer les deux récits de la création de l'homme comme provenant de deux documents se rapportant à un seul et même fait.

L'auteur avoue toutefois que ce système est bien « un peu hasardé », mais il n'en regarde pas moins comme plausibles les considérations sur lesquelles on essaie de l'appuyer, et qui sont les suivantes :

*a)* L'existence, « reconnue dès les premiers siècles de l'histoire », d'une race noire très nombreuse en Égypte.

*b)* Le verset 14 du chapitre IV de la Genèse où il est dit que Caïn, condamné par Dieu après le meurtre d'Abel, prévoit qu'il sera exposé à être tué par quiconque le rencontrera : « *omnis qui invenerit me, occidet me* »; d'où l'on conclut qu'il existait sur la terre d'autres hommes que les Adamites, puisque le troisième fils d'Adam n'était pas encore né à ce moment-là.

*c)* Les versets 16 et 17 du même chapitre : Caïn, s'étant éloigné dans la direction de l'Orient, y prit femme et engendra Hénoch; puis il bâtit une ville à laquelle il donna le nom de son fils : l'Orient de l'Éden était donc habité, puisque Caïn trouva à s'y marier et qu'il y bâtit une ville; la construction d'une ville suppose une population pour l'habiter.

*d)* La distinction entre les fils de Dieu et les filles des hommes établie aux versets 2 et 4 du chapitre VI : « *Videntes filii Dei filias hominum... ingressi sunt filii Dei ad filias hominum, illaeque genuerunt* », et l'existence d'une race de géants constatée dans ce dernier verset : « *Gigantes erant super terram in diebus illis* », race qui d'ailleurs n'existe plus aujourd'hui, mais ce qui permettrait de supposer, ajoute M. Lenthéric, « que des races

antérieures primitives, non prédestinées comme la race d'Adam, auraient existé avant le peuple de Dieu ».

*e)* La non-universalité du déluge mosaïque, réduit par notre auteur à un cataclysme tout à fait local et qui n'aurait exterminé que la race blanche ou peut-être seulement une partie de cette race ayant seule mérité, à l'exception de Noé et de sa famille, le châtiment de Dieu.

*f)* L'antiquité considérable des documents préhistoriques en nombre toujours croissant et consistant en silex taillés, en empreintes, en dessins d'une certaine valeur artistique, gravés à la pointe sur des ossements d'animaux d'espèces éteintes ; de débris humains trouvés en mélange avec des restes d'*Elephas meridionalis* dans des alluvions antérieures aux terrains quaternaires des vallées de la Somme et de la Seine. L'auteur cite encore à l'appui, d'une part, le fameux os de *Balaenotus* de M. Capellini, trouvé à Monte Aperto en Toscane, et portant des incisions parallèles attribuées à l'action d'un instrument tranchant habilement manié,— d'autre part un crâne humain trouvé dans les alluvions de la vallée du Mississipi, sous quatre couches superposées de forêts fossiles de cyprès, surmontées elles-mêmes d'une forêt vivante d'arbres de la même essence « âgés de plus de cinq mille ans » (!), ce qui permet d'évaluer à quatorze mille ans, au minimum, l'âge de la couche de terrain supportant cette forêt, et à cinquante-cinq mille ans l'époque où la couche inférieure, celle où gisait le crâne humain, aurait disparu sous les alluvions du fleuve.

Nous aurons à reprendre une à une ces considérations pour les discuter et en examiner la valeur. Signalons auparavant une objection d'ordre général et théologique qui n'a pas échappé à notre savant. Il reconnaît que l'idée de la pluralité originelle de l'espèce humaine « semble ne pouvoir s'accommoder avec le dogme chrétien » de la faute initiale, dont les fatales conséquences se sont étendues à tout le genre humain, et de la Rédemption de ce même

genre humain par le sang et la mort du Fils même de Dieu fait homme dans la descendance d'Adam. Ces dogmes, de son propre aveu, semblent bien s'opposer d'une manière absolue à l'existence de races humaines non-adamites qui d'ailleurs n'auraient aucune solidarité avec la prévarication de l'Éden. Mais, à une objection aussi grave, il apporte une réponse dont nous recherchérons la valeur plus loin et qui est celle-ci :

On peut, sans porter atteinte au dogme de la Rédemption, « croire que le sang d'un Dieu n'avait pas une vertu limitée à une race de pécheurs, et que la moindre goutte de ce sang divin avait la puissance de racheter du même coup toutes les races d'hommes vivant sur la terre », indépendamment de leur origine adamique ou non. Ces hommes primitifs, étrangers au couple de l'Éden, ont pu et dû commettre des fautes tout comme Adam et ses premiers descendants. « Les déluges *successifs* qui ont bouleversé les différentes parties du monde » sont considérés par les traditions des peuples de tous les continents comme l'expiation de ces fautes. « Les faits *ont dû* se passer partout de même ; et toutes les peuplades primitives, en Amérique aussi bien qu'en Europe et en Orient, ont vu en effet, dans leur déluge spécial, un châtiment infligé par les puissances supérieures. »

## III.

### LES PRÉADAMITES.

Il convient maintenant d'examiner ce que valent les différentes considérations qui précèdent, et de quel poids elles peuvent peser dans l'exégèse jusqu'ici admise.

*a)* L'existence d'une race noire très ancienne en Égypte se rattache à la question de la limitation du déluge de Noé. Nous les réunirons dans une même discussion.

*b)* L'objection à l'unité de l'humanité en Adam, tirée du verset 14 au chapitre IV de la Genèse, ne paraît pas, au premier abord, manquer de valeur, mais elle n'est pas non plus sans réplique. Caïn ne pouvait guère ne pas prévoir une très prochaine et rapide extension de la postérité de son père et de sa mère, et cette prévision suffit à justifier sa crainte d'être tué par quiconque le rencontrerait. La vie des premiers hommes était longue, elle se comptait par plusieurs centaines d'années ; et il est de toute vraisemblance que la vigueur physique, la force des tempéraments, la longévité de la virilité correspondaient à cette longévité de l'âge. Il n'était donc pas nécessaire à Caïn, bourrelé de remords, de songer à des hommes déjà existants pour manifester la crainte d'être tué par eux : il songeait aux hommes à naître.

*c)* Le mariage du même Caïn ne fournit pas davantage une preuve de l'existence d'une race humaine antérieure à Adam. Il est vrai que la Genèse ne parle des filles engendrées par Adam qu'après la naissance de Seth ; d'ailleurs elle ne les désigne que d'une manière générale : « *genuitque filios et filias* ». Mais ce silence du texte sacré n'est pas une négation et n'implique point qu'entre la naissance de Caïn et celle de Seth il ne soit né à Adam des filles, parmi lesquelles Caïn aurait choisi sa femme. Il se pourrait même qu'elle eût été déjà choisie et épousée par lui lorsqu'il devint meurtrier de son frère. Remarquons en effet que, si la conception d'Hénoch n'est mentionnée qu'après l'exode de Caïn vers l'Orient, il n'est nullement indiqué qu'il prit femme seulement alors : « *Cognovit autem Caïn uxorem suam* », dit le texte *(Gen.* IV, 17), « *quae concepit et peperit Henoch* ». Caïn vit ou connut alors son épouse, ce qui, étant données les formes de langage usitées dans la Bible, implique qu'elle était déjà son épouse auparavant.

La construction d'une ville suppose, c'est certain, des habitants pour l'occuper. Mais rien, dans le texte biblique,

ne spécifie l'époque à laquelle fut construite cette première agglomération d'habitations, si ce n'est que ce fut après la naissance du premier fils de Caïn (du moins de celui qui est nommé dans la Genèse). Or, on l'a rappelé tout à l'heure, la vie des premiers hommes se mesurait par siècles : celle d'Adam, celle de Seth en comptèrent chacune neuf ; Caïn pouvait donc bien, après la naissance d'Hénoch, avoir engendré des fils et des filles, « *filios et filias* », en assez grand nombre pour occuper plusieurs habitations ; c'est pourquoi il construisit sa *ville*, — probablement un groupe plus ou moins restreint d'habitations primitives, — soit d'avance en prévision de l'accroissement probable de sa race, soit quand cet accroissement eut commencé à prendre un développement suffisant.

*d)* L'argument tiré des mariages, mal vus de Dieu, entre les fils de Dieu et les filles des hommes, au chapitre VI de la Genèse, peut, au premier abord, paraître spécieux : les « fils de Dieu », ce seraient des descendants d'Adam, la créature privilégiée à laquelle ont été faites les divines promesses ; et les « filles des hommes », ce seraient les filles de la race humaine non adamique. En outre il y avait, en ce temps-là, une race de géants qui s'est éteinte depuis, mais après que de nouveaux géants furent nés de l'union des « fils de Dieu » avec les « filles des hommes » (1).

Cette seconde partie de l'argument n'a pas grande valeur ; car la race de géants dont il est question pouvait tout aussi bien s'être formée parmi les descendants d'Adam

(1) La traduction littérale de l'hébreu, d'après Arias Montanus, donne en ces termes le texte du verset 4 où il est parlé des géants :

« Gigantes fuerunt in terra in diebus istis, *et etiam* postea quam ingressi sunt filii Dei ad filias hominum et genuerunt eis. Isti potentes qui a seculo viri nominis. »

Les géants furent sur la terre en ces jours-là, *et aussi* après que les fils d'Éloïm se furent unis aux filles de l'homme, et leur eurent donné des enfants. Ce sont ces héros qui, autrefois, furent des hommes de renom. (Trad. directe sur l'hébreu par M. l'abbé Ch. Robert, dans *Les Fils de Dieu et les Filles de l'homme*, Paris, Victor Lecoffre.)

et d'Ève que dans le sein de l'humanité non adamique de l'hypothèse. Quant à la délicate question des mariages réprouvés de Dieu à l'époque qui a précédé le déluge, elle n'avait jamais été, jusque-là, posée en ces termes. Durant l'antiquité judaïque et chrétienne et jusqu'au IVe siècle de notre ère, on l'avait, faussement mais unanimement, interprétée dans le sens de l'union d'esprits célestes avec des descendantes d'Adam, autrement dit avec des femmes, comme l'a lumineusement établi M. l'abbé Charles Robert dans le mémoire cité ci-dessus, en note, et publié précédemment dans la REVUE BIBLIQUE (juillet et octobre 1895). Depuis, elle a été expliquée, moins conformément au sens obvie et à la lettre du texte, mais plus conformément à son esprit et à la vérité, dans le sens de descendants de Seth pour *filii Eloïm*, et de descendantes de Caïn pour *filias hominum* ; cette interprétation est plausible, rationnelle, suffisante, et l'on ne voit pas la nécessité de faire intervenir l'hypothèse de l'existence de femmes de race non adamique, pour expliquer le texte des quatre premiers versets du chapitre VI de la Genèse. Il s'explique de lui-même sans cela.

*e)* La thèse de la non-universalité ethnique du déluge de Noé a gagné, depuis une dizaine d'années, des partisans en assez grand nombre parmi les exégètes catholiques ; elle ne laisse pas toutefois de soulever encore quelques oppositions assez vives. Mais si on l'adopte, elle paraît plutôt fournir des arguments contre l'hypothèse de la coexistence, avec la race d'Adam, d'une humanité non-adamique.

Sans aller aussi loin que M. Lenthéric qui ne voit, dans le déluge mosaïque, qu'un *déluge tout à fait local*, — sans doute d'après la théorie exposée par M. Raymond de Girard dans la REVUE THOMISTE (1) et que nous-même

(1) Années 1893 et 1894. — Voir aussi, sur ce sujet, les ouvrages suivants du même auteur : *Le Déluge devant la critique historique*, 1893, Fri-

avons combattue dans la REVUE BIBLIQUE (1), — on peut admettre que l'universalité, telle que l'entend la Genèse, s'étend au groupe principal de l'humanité, au monde civilisé, au monde connu d'alors, laissant volontairement dans le silence de l'oubli les races étrangères à la descendance de Seth, notamment la race de Caïn dont l'auteur de la Genèse cesse de s'occuper à partir des derniers versets du chapitre IV.

Avec cette donnée, et étant admis avec l'auteur que « l'on ne trouve dans la Genèse aucune date limitative des temps où a pu commencer l'humanité », tout s'explique sans difficulté avec l'unité adamique du genre humain : les races blanches proviennent de la descendance de Noé ; la race noire très anciennement connue en Égypte... et ailleurs, les races jaune, rouge, cuivrée, etc. peuvent être issues soit des descendants de Caïn, soit d'enfants d'Adam autres que Seth ; et de ce côté toutes difficultés s'évanouissent.

*f)* Quand on a posé en principe qu'« il n'y a pas de chronologie biblique aux premières époques du monde », qu'il « ne peut et ne doit pas » y en avoir, il est malaisé d'admettre que l'on puisse arguer d'une manière bien probante de l'extrême antiquité attribuée, à tort ou à raison, aux documents préhistoriques de plus en plus nombreux découverts chaque jour, pour conclure à l'existence d'une humanité antérieure à Adam. Car enfin si la Bible ne peut nous fournir aucune donnée même lointaine sur l'époque de la création d'Adam et d'Ève ; si — ce qui d'ailleurs n'a rien d'impossible — les deux listes des patriarches antérieurs et postérieurs au déluge sont incomplètes et ne mentionnent que les plus célèbres d'entre eux,

bourg, librairie de l'Université ; — *Le Caractère naturel du déluge*, 1894, même librairie ; — *La Théorie sismique du déluge*, 1895, imprimerie Fragnière.

(1) Livraison de janvier 1896.

il n'y a pas de raison pour ne pas reporter cette époque jusqu'aux temps tertiaires, si l'on y tient.

Hâtons-nous d'ajouter que nous n'adoptons nullement une telle hypothèse, voulant seulement par là indiquer où nous paraît se rencontrer un des défauts de l'argumentation de notre très sympathique, très lettré et très savant contradicteur. Mais l'os strié du *Balaenotus* de M. Capellini paraît bien n'avoir été rayé que par la morsure d'un animal contemporain ; et quant au crâne humain trouvé dans les alluvions du Mississipi près de la Nouvelle-Orléans, auquel est attribuée une antiquité de près de cinquante-cinq mille ans, nous nous permettrons, toute révérence gardée, de ne pas considérer la chose comme bien sérieuse. Sans parler d'un enfouissement accidentel possible du crâne en question, sur quoi est fondée la supputation de l'âge des différentes couches au fond desquelles il reposait ? Sur l'âge des arbres vivants peuplant la couche supérieure. Ce sont des « cyprès » qui compteraient plus de cinq mille ans d'âge ! — Voilà une longévité qu'un forestier de profession admettra difficilement. Sur quelle base s'est-on appuyé pour déterminer cet âge ? Il eût fallu le dire. Ce n'est pas toujours chose facile qu'une telle détermination, et le comptage des zones concentriques sur la souche est loin de donner toujours un résultat certain. D'ailleurs ce comptage a-t-il été fait après préalable abatage par le pied de quelques-uns des arbres paraissant les plus vieux ? On ne le dit pas ; or, quand il s'agit d'avancer des faits aussi extraordinaires, on ne saurait les entourer de trop de preuves à l'appui.

Sur quoi, d'ailleurs, s'est-on fondé pour conclure de l'âge supposé de cinq mille ans (?) des cyprès vivants, à l'âge de quatorze mille ans de la couche de terre végétale sur laquelle ils sont assis ? Cela encore aurait eu besoin d'être indiqué pour permettre d'en tirer une conclusion sérieuse.

En résumé, aucune des considérations invoquées en

faveur de l'hypothèse d'une race humaine, étrangère à la race adamique, ne paraît bien solide, les difficultés auxquelles on prétendrait pourvoir ainsi se résolvant tout aussi bien dans la théorie traditionnelle de l'unité d'origine du genre humain.

Il reste à examiner les objections théologiques et exégétiques que M. Lenthéric a entrevues, les réponses qu'il a tenté de leur opposer, et la valeur de celles-ci.

## IV.

### LES PRÉADAMITES ET LE DOGME CHRÉTIEN. — LES RELIGIEUX DU SAINT-BERNARD.

Le savant et érudit auteur est assurément dans le vrai quand il pense que les mérites de Jésus-Christ étant infinis, puisqu'ils participent de sa nature divine, *peuvent* s'étendre à d'autres êtres libres qu'aux descendants d'Adam. Mais tout possible n'est pas réel par cela seul qu'il est possible. De ce que *si* d'autres hommes que la race d'Adam et d'Ève existaient ou avaient existé sur la terre, ils pourraient ou auraient pu participer à la grâce, aux effets de la Rédemption, il n'en résulte, par aucune nécessité logique, qu'ils aient réellement existé. Ces hommes eussent été créés, non pas comme Adam et Ève dans un état préternaturel, mais dans les conditions ordinaires de la nature, et ils auraient commis des fautes, châtiées ensuite par « les déluges successifs ».

Tout cela n'est que pures hypothèses qui, même au point de vue simplement scientifique, soulèvent de graves objections.

On ne saisit pas trop la portée exacte de ce passage de l'auteur : « Les déluges successifs qui ont bouleversé les

différentes parties du monde vers la fin de l'époque quaternaire sont considérés par toutes les traditions de l'ancien et du nouveau monde comme l'expiation de ces fautes. »

La théorie des déluges successifs proposée, il y a une trentaine d'années, par l'abbé Lambert (1), n'a pas eu grand succès en son temps ; elle est, croyons-nous, bien abandonnée aujourd'hui. Quant aux traditions diluviennes des différents peuples, les unes ont leur point de départ dans des catastrophes locales sans rapport avec le déluge de Noé, et dans celles-là il n'est pas toujours question de fautes à expier, ce qui ne prouverait pas grand'chose d'ailleurs, ni de sauvetage par un bateau ; les autres proviennent, soit directement, soit par importation, du souvenir plus ou moins poétisé et défiguré du déluge biblique (2). Il n'y a donc pas argument à tirer de là en faveur d'une pluralité d'origine du genre humain.

Il reste toujours, en tout cas, contre une telle hypothèse, une grosse objection théologique, difficile à renverser.

La création du premier couple humain dans un état supérieur à la nature, état dans lequel il n'a pas su se maintenir, ayant mésusé de sa liberté pour commettre la désobéissance connue, dans le langage religieux, sous le nom de « péché originel », — c'est là un des dogmes fondamentaux du christianisme. Le fait même présuppose une communauté d'origine ; et sur celle-ci sont fondées la fraternité et la solidarité humaines que l'Évangile a intronisées dans le monde. Si l'on suppose une humanité étrangère à la descendance d'Adam et co-existante avec elle, cette solidarité et cette fraternité n'auraient de raison d'être qu'envers celle-ci et n'auraient rien à voir avec celle-là : or, elle s'étend à tous les hommes sans exception.

(1) *Le Déluge mosaïque, l'Histoire et la Géologie*, 2e édit., 1870 ; Paris, Victor Palmé.

(2) Consulter à ce sujet l'important ouvrage de M. Raymond de Girard : *Le Déluge devant la critique historique*. Fribourg, 1893.

Plusieurs textes de l'Écriture sainte viennent d'ailleurs à l'appui de cette unité d'origine.

Saint Paul, dans son célèbre discours à l'Aréopage athénien, *Actes*, chap. XVII, 26, s'exprime ainsi : « *Fecit*, EX UNO, OMNE *genus humanum inhabitare super* UNIVERSAM *terram* ».

On lit aussi, dans la première Épître aux Corinthiens, XV, 45 : « *Factus est* PRIMUS HOMO *Adam in animum viventem* ».

Le même Apôtre, dans son Épître aux Romains, V, 17, 18, 19, revient à plusieurs reprises sur cette unité : « *Si* UNIUS *delicto mors regnavit* PER UNUM,... *Igitur sicut per* UNIUS *delictum in* OMNES HOMINES *in condemnationem... Sicut enim per inobedientiam* UNIUS *hominis, peccatores constituti sunt multi...* »

Considéré isolément, le mot *multi* ne serait pas, sans doute, suffisamment probant; mais rapproché du contexte qui l'accompagne, il est évident qu'il est pris par l'auteur de l'Épître dans le sens de *omnes* ou *universi* (1).

Du reste la thèse de La Peyrère a été combattue par de nombreux écrivains que l'on peut consulter (2), et l'on

(1) On donne aussi, à l'appui de l'unité d'origine, cette parole de saint Paul, dans sa première Épître à Timothée, II, 13 : « *Adam enim* PRIMUS *formatus est, deinde Heva.* » Mais ce texte paraît moins applicable ici; il se rapporte seulement à la primauté d'Adam par rapport à Ève, et n'implique pas nécessairement qu'Adam soit le premier homme créé. Tandis que le « *Fecit ex uno omne genus* », le « *Factus est primus homo Adam* », par exemple, s'expliqueraient difficilement si l'on admettait d'autres hommes que les enfants d'Adam, créés avant le premier patriarche.

(2) Nommons, pour n'en citer que quelques-uns :

Henri Reusch : *La Bible et la Nature*, traduction Xavier Hertel, 1867. Paris, Gaume et Dupré, pp. 475 à 529; — Mgr Meignan : *Le Monde et l'Homme primitif selon la Bible*, 1869, Paris, Victor Palmé, chap. VIII, pp 197 et suiv. — B. Pozzy, membre de la Société d'anthropologie de Paris : *La Terre et le Récit biblique de la création*, 1874, Paris, Hachette, p. 455 : *Appendice;* — L'abbé Vigouroux : *Manuel biblique*, 6e édition, tome Ier, §§ 299 et suivants. 1888, Paris, Roger et Chernoviz; — *Les Livres saints et la Critique rationaliste*, 3e édition, tome IV, pp. 1 et suiv., 1891, Paris, Roger et Chernoviz.

ne voit pas que les progrès des connaissances réalisés depuis lors rendent vraiment utile ou opportun le rajeunissement de cette exégèse bizarre. Je parle, bien entendu, des connaissances véritablement acquises, appuyées sur des faits dûment établis ou tout au moins sur des théories plausibles, édifiées sur des observations sérieuses et indépendantes de tout parti pris.

Ces critiques, qui ne portent d'ailleurs que sur un petit nombre de pages du brillant ouvrage où nous les avons marquées, l'auteur, nous en sommes persuadé, ne les interprétera pas à mal. Dans un sujet aussi vaste que celui qu'il a embrassé, il est impossible, quel que soit le mérite de l'œuvre, qu'il ne s'y glisse pas quelques points faibles ou quelques inexactitudes. On peut y relever aussi certaines contradictions ou erreurs de minime importance, et qu'il sera aisé de faire disparaître dans une nouvelle édition.

Par exemple, on lit page 58 : « La côte du Labrador et l'île de Terre-Neuve éprouvent un mouvement d'affaissement. » Et deux pages plus loin : « En Amérique, soulèvement général des côtes du Chili, du Pérou,... de la côte du Labrador, de l'île de Terre-Neuve. »

Il n'est pas exact de dire, à propos de l'espèce de croix gammée d'origine hindoue appelée *swastika* et des ornements en forme de croix exhumés par l'archéologie des monuments de la haute antiquité, que « par une sorte de pressentiment, le signe de la croix a été connu et pratiqué comme symbole religieux à peu près partout sur la terre, de toute antiquité ». Cette thèse a été soutenue, il est vrai, avec un certain éclat il y a quelque dizaine d'années, par un prêtre du clergé de Paris ; mais elle a été vigoureusement combattue et d'ailleurs victorieusement réfutée. Finalement, le mémoire qui la présentait ou la soutenait a été, si je ne me trompe, condamné par la Congrégation de l'Index.

Rien de plus improbable, nonobstant l'autorité de M. de Quatrefages qui rapporte le fait sans l'appuyer d'aucune preuve, que le Père Gratry se soit trouvé d'accord avec l'évêque protestant d'Oxford « pour déclarer que supposer l'espèce humaine âgée de plus de six mille ans, c'est cesser d'être chrétien ». Le Père Gratry était une intelligence beaucoup trop éclairée pour qu'on puisse, avec la moindre vraisemblance, lui prêter une pareille énormité.

C'est émettre une opinion bien risquée dans sa généralité, en tout cas des plus contestables, que de poser cette assertion : « L'homme a débuté partout par l'état sauvage. » Il ne faut pas confondre, comme on le fait trop souvent, l'état sauvage, qui représente le plus bas stade de la décadence, avec l'état de civilisation rudimentaire des sociétés naissantes. Le premier est l'effet d'une déchéance absolue qui se complaît en elle-même ou du moins n'éprouve aucune aspiration vers un état plus relevé ; le second se développe sur les degrés inférieurs de l'échelle du progrès en tendant à s'y élever de plus en plus. Il serait assurément moins contraire à la vérité de dire que l'homme a débuté partout par ce premier degré ; encore n'est-il pas interdit de penser que le groupe primitif principal de l'humanité, qui s'est développé en Orient, avait reçu par tradition les éléments d'une civilisation déjà plus élevée.

Ces petites taches ne sont, après tout, que vétilles ; elles disparaissent en quelque sorte dans l'ensemble d'une œuvre considérable, conçue d'ailleurs dans un excellent esprit et où une vaste science et une érudition des plus variées, servie par une immense lecture, s'expriment en un langage éminemment littéraire auquel ne font défaut ni le sentiment de l'art, ni la poésie des choses de la nature.

Citons encore, en terminant cette étude, un dernier trait. Nous sommes au grand Saint-Bernard, en face de

l'hospice bâti en l'an 963 par saint Bernard de Menthon. C'est, dit notre auteur, « l'un des plus merveilleux établissements que la charité chrétienne ait jamais fondés sur la terre. Une vingtaine de religieux de l'ordre des Augustins l'habitent toute l'année, reçoivent, réchauffent et nourrissent les voyageurs avec une sollicitude et un dévouement dont aucune parole ne peut rendre l'exquise bonté... Aucune région des Alpes n'a un climat plus rigoureux. La température moyenne y est à peine de zéro : c'est celle du Spitzberg. Aucune végétation ne peut y résister ; aucun animal ne peut y être domestiqué... C'est du fond des vallées voisines qu'on est obligé de faire venir les moindres denrées. Le bois à brûler lui-même doit être transporté à dos de mulet par de durs sentiers de plus de vingt kilomètres, praticables seulement pendant quelques mois. Plus de vingt mille personnes cependant trouvent annuellement un abri dans cette maison hospitalière, et on en a compté quelquefois cinq cents dans une seule journée. Tout y est gratuit ; on ne fait pas même un appel discret à la générosité des voyageurs ; c'est à peine si l'on trouve dans quelque recoin caché un tronc où l'on peut déposer une offrande... »

Mais la vie permanente dans ce climat polaire, le dévouement aux passagers, la recherche des égarés dans les neiges usent vite les jeunes religieux qui se sont voués à cette vie héroïque ; ils n'y résistent pas plus de dix ans, heureux encore quand ils ne périssent pas dans quelque fondrière ou dans quelque avalanche. Néanmoins les religieux du Saint-Bernard trouvent moyen, entre temps, de s'occuper d'archéologie ; ils ont réuni dans un musée, « certainement le plus haut de l'Europe, peut-être de la terre » (2472 mètres), une foule de silex taillés, de poteries, de statuettes, bagues, colliers, armes, médailles en bronze, ex-voto, de l'époque gallo-romaine. Ainsi « les religieux du couvent ne sont pas seulement de

grands charitables, ils sont, à leurs heures, de patients érudits, et pendant les courtes années qu'ils vivent dans *ce désert placé entre le monde d'en bas qu'ils ne voient plus et le ciel d'en haut qu'ils revoient un jour*, ils ont intelligemment conservé et classé tous ces débris du monde antique ».

N'est-il pas vrai que l'auteur qui a pu écrire ces lignes n'est pas seulement un savant, mais encore un lettré en même temps qu'un homme de foi et de haute raison ?

C. DE KIRWAN.

---

# LE IVe CONGRÈS

## D'ANTHROPOLOGIE CRIMINELLE

---

Ce n'est pas sans une note de curiosité un peu inquiète que ceux qui s'intéressent aux questions d'anthropologie criminelle, ont vu s'ouvrir le Congrès de Genève. Le Congrès précédent s'était caractérisé par un appel à une collaboration loyale, adressé aux juristes, aux médecins, aux biologistes, aux sociologues. — Mais l'école italienne s'était abstenue à Bruxelles. Pousserait-elle à Genève un cri de guerre ? Accepterait-elle le *modus vivendi* proposé, qui se dégage, d'ailleurs, de la nature même des choses et de la situation relative des écoles ?

Il fallait s'attendre à de vives discussions, avant tout sur ce que l'on s'est accoutumé à regarder comme le symbole de l'école nouvelle : le type criminel, le criminel-né, l'identification de ce dernier avec l'atavique et l'épileptique.

Les représentants de l'école italienne, Lombroso surtout, s'étaient beaucoup laissé entraîner par cet esprit de réaction contre les doctrines reçues, qui est l'âme du mouvement dont ils sont les auteurs. Ils s'étaient attachés avec une prédilection très marquée aux éléments biologiques, anatomiques surtout, et la conviction s'était faite que, pour eux, ces éléments sont le fondement essentiel, peut-être faudrait-il dire unique, de la criminalité.

Avaient-ils été aussi avant dans leurs affirmations ?

Était-ce bien la leur enseignement ? — Je pense qu'il serait exagéré de le prétendre.

Au lendemain du Congrès de Bruxelles, M. Ferri écrivait, au sujet de la note de « conciliation » qui avait dominé les débats de cette assemblée :

« ..... Cette « conciliation » a toujours existé dans les travaux de l'école positiviste italienne. Et si les travaux de M. Lombroso ont donné plus d'éclat, vif et génial, aux recherches purement anthropologiques et plus originales sur l'homme criminel, il n'en est pas moins vrai que, à commencer par M. Lombroso lui-même, l'école italienne a toujours réuni les recherches biologiques et sociologiques, en soutenant toujours la nécessité d'étudier scientifiquement la genèse et l'évolution naturelle du crime, en tant que phénomène biologique et social (1). »

Déjà M. Ferri avait déclaré au Congrès de Paris qu'il considérait le crime comme « l'effet des conditions anthropologiques, physiques et sociales, qui le déterminent avec une action simultanée et inséparable (2) ».

Quoi qu'il en soit, la question du type criminel et celles qui y touchent, résumaient aux yeux de beaucoup les doctrines de l'école italienne, et la manière de parler entière et exclusive de son chef, au cours du Congrès même, justifia pour une large part cette manière de voir.

Dès la première séance, la question du type criminel a été vivement débattue, après avoir été soulevée par un rapport de M. Lombroso sur les *récents progrès de l'anthropologie criminelle*.

M. Naecke se jeta dans la mêlée avec la vivacité à laquelle devait s'attendre quiconque avait lu cette phrase d'un rapport déposé par l'aliéniste d'Hubertusburg : « On peut affirmer aujourd'hui que les théories propres à l'école

(1) M. Henri Ferri. *La Sociologie criminelle*. Paris, Arthur Rousseau. 1893. — Préface, p. VII.

(2) Actes du IIe Congrès d'anthropologie criminelle, p. 42.

italienne d'anthropologie criminelle, telles que le type criminel, le criminel-né (dans le sens large), la fusion de ce dernier avec l'atavique et l'épileptique, n'ont plus droit à l'existence, beaucoup d'auteurs en ayant démontré l'erreur. »

» L'absolutisme des idées a conduit l'école italienne à des paradoxes », dit M. Naecke; il va jusqu'à déclarer que les travaux de M. Lombroso ne doivent pas être regardés comme sérieux.

M. Dallemagne, à son tour, prend M. Lombroso à partie. Dans ses derniers ouvrages, le chef de l'école italienne avait atténué considérablement l'absolutisme de ses affirmations. Voudrait-il aujourd'hui retourner en arrière et prétendre de nouveau que les caractères anatomiques suffisent à déterminer le criminel, et qu'il n'y a rien en dehors d'eux ? M. Dallemagne termine en mettant les représentants de l'école italienne en demeure de s'expliquer, nettement, catégoriquement.

C'est M. Ferri qui prend la parole. L'école lombrosienne possède en lui un vaillant champion. Une parole chaude, claire et forte, une éloquence entraînante et imagée donnent un grand charme à ses discours. La déclaration que fait M. Ferri est d'une haute portée, car elle est faite au nom de l'école.

« Jamais celle-ci n'a prétendu donner une importance exclusive aux facteurs anatomiques ; elle reconnaît que, à coté de ceux-ci, il faut considérer les facteurs psychologiques et sociaux. Le criminel est une personnalité complexe ; ce qui lui est intrinsèque s'appuie en dernière analyse sur sa constitution anatomique : de là l'importance que l'école italienne attribue à ces éléments, mais sans les regarder comme déterminants. Malgré sa constitution anatomique, l'homme pourra, s'il est placé dans un milieu favorable, rester honnête. »

Réduite à ces proportions, ainsi précisée, l'affirmation de l'école anthropologique n'a rien qui puisse effaroucher :

elle n'est qu'une traduction scientifique de ce que tout le monde a toujours admis, bien que parfois on n'y ait pas donné toute l'attention désirable. C'est à peine si le plus fervent adepte du libre arbitre trouvera nécessaire de faire quelques réserves, de peur d'équivoque ou de malentendu ; le fond de la thèse anthropologique ainsi formulée n'implique aucune opposition avec les doctrines de l'école spiritualiste. Bien au contraire, ainsi que j'avais l'honneur de le faire observer au Congrès, les études nouvelles éclairent des points signalés depuis longtemps par la philosophie spiritualiste et la théologie catholique : l'homme est libre, mais son libre arbitre n'est pas absolu. Comme son intelligence est éveillée par l'objet extérieur présenté par les sens, sa volonté est sollicitée par les choses du dehors. Cette sollicitation se traduit en une impulsion antécédente à l'action du libre arbitre, résultante nécessaire de l'idiosyncrasie du sujet et de la poussée du dehors. Cette influence du dehors n'est pas seulement transitoire et fugace ; elle peut laisser des traces profondes et durables, et modifier les tendances intimes du sujet.

Quel champ d'études et de recherches ! La constitution intime de l'homme, son tempérament, son anatomie individuelle, l'étude de son être organique qui est la source de toutes les fonctions physiologiques; l'influence de ces fonctions, de la puberté, de la maternité, par exemple. — Les mille phénomènes qui relèvent de la pathologie, surtout les altérations des centres nerveux; l'épilepsie franche ou larvée, l'hystérie, les troubles alcooliques; — puis, en sortant de l'individu pour remonter à ses origines, l'hérédité, l'atavisme.

Puis, autour de lui, le milieu et son incessante action: le climat et les influences météorologiques; le milieu social; celui de la famille avec l'éducation; celui de l'école; l'atelier et l'usine, la misère et la richesse ; puis l'autorité sociale avec ses lois, la prévention et la répression.

Tout cela sont des influences, soit intrinsèques, soit extrinsèques, des facteurs du crime ou de la lutte contre celui-ci.

Partisans et adversaires du libre arbitre sont d'accord sur tout cela ; — et voilà le terrain d'entente, de « conciliation », qui se définit, nous le disions plus haut, par la force même des choses.

L'accord s'impose, tant qu'il s'agit de l'étude de tous ces facteurs, terrain propre de l'anthropologie criminelle.

Où l'accord cesse, c'est dans l'affirmation de l'action déterminante de ces influences, d'une part ; dans l'affirmation du libre arbitre, force d'une volonté maîtresse d'elle-même et dominant les impulsions de l'organisme, d'autre part. Les déterministes admettent l'existence d'une inhibition qu'un centre supérieur peut exercer sur le réflexe d'un centre inférieur ; mais lorsque les déterministes s'arrêtent et affirment la résultance fatale du réflexe, les partisans du libre arbitre reconnaissent ce que nous oserons appeler un centre d'inhibition plus haut : la volonté peut inhiber l'acte spontané qui serait nécessaire, s'il n'y avait, jointe à l'organisme et le dominant, une puissance immatérielle et libre.

L'empire de cette faculté n'est pas, d'ailleurs, illimité ; l'impulsion organique peut être d'une telle force que toute résistance de la volonté devienne impossible, surtout si un état anormal ou pathologique rompt le nécessaire équilibre des fonctions.

Que l'on admette le libre arbitre ou qu'on le nie, il faut reconnaître l'existence des impulsions, de ce que la théologie catholique a nommé la *concupiscentia antecedens ;* elle résulte de tous les éléments que nous disions plus haut. Pour les déterministes il n'y a que cela ; pour ceux qui admettent le libre arbitre, il y a cela et une puissance supérieure.

Aussi longtemps donc qu'il s'agit de l'étude positive de ces facteurs du crime, on peut se mouvoir librement, sans se gêner les uns les autres.

Et si même on venait à démontrer l'existence du type criminel, si l'on démontrait que quelques sujets atteints de tares profondes congénitales sont fatalement entrainés au crime, dépourvus de toute faculté de vouloir le bien, comme d'autres sont dépourvus congénitalement de l'intelligence ; si l'on démontrait l'identité de ces « criminels-nés » avec l'épileptique et l'atavique, — il n'y aurait là rien qui s'oppose à la doctrine qui reconnaît le libre arbitre dans l'homme normal (1).

Aussi ceux des membres du congrès qui sont convaincus de la liberté humaine, ont-ils pu applaudir chaleureusement le remarquable rapport de M. le Dr Dallemagne sur *la dégénérescence et la criminalité.*

Le savant rapporteur regrette le manque de précision, l'indistincte délimitation des choses visées, qui rend étrangement obscure l'étude de cette question. Il s'efforce de définir les éléments : la dégénérescence, le dégénéré, les stigmates de la dégénérescence ; la criminalité, le criminel, les stigmates de la criminalité. Il met en garde contre des affirmations peu précises : l'identité de la dégénérescence et de la criminalité, le type dégénératif présenté comme type criminel, la dégénérescence donnée comme terrain d'éclosion du crime, le crime comme syndrome dégénératif. M. Dallemagne montre ensuite comment il entend l'étude parallèle de la dégénérescence et de la criminalité.

Deux questions se posent pour chaque cas particulier : quelle est, dans un criminel donné, l'étendue, l'importance, l'efficacité criminelle de la prédisposition dégénérative ? Et, dans un dégénéré quelconque, comment convient-il d'apprécier l'inclination vers la criminalité ?

Les faits doivent donner les éléments de réponse à ces deux questions : l'étude de l'individu et des stigmates

(1) La puissance existe aussi chez les anormaux, mais sans pouvoir s'exercer, à cause des entraves organiques.

qu'il porte, permettra d'apprécier la prédisposition dégénérative ; les circonstances génétiques du crime et ses particularités amèneront à faire la part du facteur milieu et du facteur individuel. C'est de l'ensemble des stigmates régressifs et criminels qu'il faudra tirer les formules des prédispositions à la dégénérescence et à la criminalité. On arrivera bientôt à pouvoir grouper les observations.

Ainsi l'on remarque que chez les idiots profonds, les plus inférieurs des dégénérés, à côté d'une tare dégénérative arrivée à sa plus haute expression, la criminalité est nulle : dégénérescence et criminalité se trouvent donc ici dans des rapports opposés, l'une excluant l'autre ; la dégénérescence a ruiné la vie intentionnelle pour ne laisser subsister que la vie végétative : elle a éteint le crime dans ses origines, en annihilant l'idéation.

Dans d'autres cas, une dégénérescence moins profonde, mais confirmée, va de pair avec une prédisposition criminelle renforcée. La dégénérescence a ruiné l'intellect en le dépossédant de ses facultés inhibitrices, pour ne laisser subsister que les poussées instinctives.

La criminalité parfois ne résultera pas de l'exacerbation des instincts inférieurs non réfrénés, mais d'une débilité des facultés mentales qui livre l'individu à la suggestion d'autrui.

Les obsédés, les impulsifs tiendront de leur obsession, de leur impulsion, toute leur tendance au crime. Dégénérescence et criminalité auront une source commune : l'une sera une traduction de l'autre.

Les névropathes seront souvent criminels à cause de leur névropathie : tantôt celle-ci hyperesthésie, pour ainsi dire, leur émotivité, et les livre aux impressions du dehors ; tantôt, par l'énergie des poussées, elle neutralise les influences inhibitrices.

Puis il y aura des cas où le crime le plus atroce se trouvera aller de pair avec un minimum de tares dégénératives, à l'inverse de ce que l'on a vu se produire chez l'idiot, dégénéré profond et nullement criminel.

Enfin on verra apparaître la disjonction totale des deux prédispositions : il semblera que tout, jusqu'au crime, implique l'équilibre fonctionnel et psychique, et l'énergie évolutive.

M. Dallemagne demandait, bien à raison, que l'on se mette, suivant ce programme, à l'étude des rapports entre la dégénérescence et la criminalité : l'étude ainsi conçue et ainsi conduite doit mener à des résultats sérieux et scientifiques.

Si le type criminel et le criminel-né sont devenus en quelque sorte le symbole de l'école italienne, la tendance essentielle en est bien plus profonde.

L'école classique base la responsabilité, non seulement morale, mais aussi sociale, sur le libre arbitre.

« Il s'agit, dit M. Ferri (1), (d'après les doctrines de cette école) de peser la culpabilité morale du criminel et de faire acte de justice réparatrice et rétributrice, en proportionnant le châtiment à la faute, la peine au délit. Eh bien, continue-t-il, c'est justement cela que l'école positiviste nie absolument. » — Et plus loin, il déclare que la première conclusion de l'école à laquelle il appartient « reconnaît dans le ministère pénal *la seule nature de fonction défensive et conservatrice de la société*. La seconde (conclusion), qui constitue une innovation radicale mais positive, reconnaît l'*indépendance de cette fonction sociale de toute condition de liberté morale ou de morale culpabilité chez l'individu* ».

La même idée a été développée par MM. Puglia (2) et Garofalo (3), — ce dernier appelle la réaction contre le crime « l'exclusion du cercle social » : « de même qu'une bonne maison a expulsé l'homme grossier..., la société

(1) Ferri. *Sociologie criminelle*, pp. 303 et 312.

(2) *Prolegomeni allo studio del diritto repressivo*. Torino, Bocca, 1883.

(3) *La Criminologie*. Paris, Félix Alcan, 1888.

entière rejettera loin d'elle l'homme délinquant » — et elle est au fond même des tendances de l'école.

Aussi fallait-il s'attendre à voir la discussion se porter sur ce terrain : la responsabilité devant la société et les bases de cette responsabilité.

Déjà un côté de la question avait été abordé dans un rapport de M. Zakrewsky. « Toute théorie de délit naturel n'est qu'une pure chimère », avait dit celui-ci. Pour lui « c'est la loi de l'état qui établit souverainement la notion du crime selon les idées morales dominantes et les intérêts à sauvegarder ».

C'était faire crouler la base même du droit, et prétendre livrer la société à l'arbitraire de l'État.

« Suffira-t-il du vote d'un parlement pour que l'iniquité devienne justice ; pour que, aux malheureux qui seraient opprimés dans une société sous le poids de réelles injustices, on ne doive autre chose que de la mitraille et des coups de baïonnette ? — Il est quelque chose de plus grand que l'État, quelque chose devant quoi les parlements, aussi bien que les magistrats et les médecins, doivent courber la tête : la vérité, et l'ordre nécessaire résultant de la nature des choses tel que l'a voulu Celui qui les a faites ! C'est là, dans la nature des choses, dans la nature de l'homme, qu'il faut trouver la norme des actes humains, la norme des rapports entre les hommes : le *droit naturel.* » — C'est ce qui fut répondu à l'affirmation de M. Zakrewsky.

Son rapport, à un autre point de vue, fut l'objet d'une virulente attaque, d'une fustigation, de la part de M. Ferri, qui, ramené ensuite à l'idée du droit dans son objectivité, renvoya M. Zakrewsky à un très classique et très ancien juriste, Cicéron, et à ce mot de l'orateur romain : « que le droit résulte de la nature de l'homme ».

Dans une séance suivante surgit la question fondamentale : celle de la responsabilité du criminel devant la société et de la base de la répression. M. Dimitri Drill

avait dit, dans un rapport sur cette question, que, d'après l'école anthropologique, les phénomènes des maladies mentales et les phénomènes de la criminalité, quoique différents dans la spécification des détails, ne diffèrent ni dans leur essence ni dans leur fondement. Ceux-ci comme ceux-là, d'après le rapporteur, proviennent des dépravations et des altérations de la nature psycho-physique de l'homme ; ces dépravations sont le résultat de la violation volontaire, ou pour la plupart involontaire, des lois de la vie de l'organisme. Malgré les différences qu'il peut y avoir entre le développement des phénomènes des maladies mentales d'une part, des phénomènes du crime d'autre part, ces phénomènes gardent une nature homogène et un caractère analogue.

Appuyée sur cette idée fondamentale, l'école d'anthropologie criminelle avança l'opinion que la protection de la société contre le mal du crime doit être le but principal et la base de la lutte contre ce mal ; le traitement des aliénés et l'activité de la répression pénale, quoique différents dans leurs moyens et dans leurs détails, doivent avoir un principe analogue et la même idée pour guide.

M. Foïnitsky avait ensuite exposé un des nombreux systèmes qui cherchent un moyen terme entre celui de l'École classique et son extrême opposé, celui de l'École italienne. Ce fut l'occasion pour M. Ferri de développer les idées qui lui sont chères.

Tous ces systèmes intermédiaires, dit-il, sont insubsistants : il n'y en a que deux qui soient logiques : celui qui admet une norme supérieure s'imposant de par une autorité divine à l'homme doué de libre arbitre, obligé de se soumettre à cette loi inviolable ; — et celui de l'École anthropologique qui ne regarde ni loi divine, ni liberté humaine, mais la seule loi de physiologie sociale d'après laquelle l'organisme de la société réagit par élimination contre toute action qui la trouble. M. Ferri développe cette pensée : — Le premier système est logique, il faut le

reconnaître ; l'orateur le montre, et expose cette doctrine avec une haute loyauté, avec tant de loyauté que ces idées qui ne sont pas les siennes, prennent dans sa bouche de la grandeur et une véritable majesté. Si l'on n'admet pas cette théorie, ajoute-t-il, il faut passer d'emblée à celle de l'École italienne : toutes les autres ne sont que compromissions qui cherchent à faire de la responsabilité la base du système pénal, tout en niant le libre arbitre. Vaines tentatives !

Or, conclut-il, il n'y a pas moyen de baser la répression sur une responsabilité conséquente au libre arbitre, puisque ce dernier n'est pas admis par tout le monde. Il faut donc admettre les bases de répression que l'École italienne propose.

Le temps réservé à cette discussion avait été limité, et il était impossible de débattre le fond de la question ; il fallut se contenter d'une déclaration opposée à celle de M. Ferri : cette déclaration fut faite, nette, catégorique, entre autres par M. Isidore Maus.

Ce fut alors que M. le Dr Dallemagne intervint pour proposer un terrain d'entente :

Que chacun garde ses opinions sur le libre arbitre et la responsabilité ; mais que l'on cherche pour la répression une base acceptable pour tous.

Il en appelle à son expérience personnelle comme médecin légiste, pour faire ressortir combien est délicate et difficile la position d'un praticien que le pouvoir judiciaire invite à déterminer le degré de responsabilité d'un prévenu ou d'un accusé, alors que cette question est posée en fonction du libre arbitre auquel, peut-être, le médecin ne croit pas. Il faudrait donc donner à la répression une base que tout le monde puisse admettre, quelle que soit sa manière de voir sur d'autres questions.

M. Dallemagne traduisait une fois de plus le vœu sincère et loyal d'entente issu de ce désir de rendre possible une sérieuse collaboration de tous, qui avait caractérisé

toute son attitude au Congrès, jusqu'à lui inspirer la chevaleresque pensée de céder son tour de parole à un adversaire.

Les débats furent arrêtés à ce point, le temps qui leur était réservé se trouvant écoulé. Au lendemain de cette discussion, la voix autorisée de M. Jules Le Jeune fit ressortir combien il importe à l'avenir de l'anthropologie criminelle de rester dans son domaine propre et de ne pas se jeter dans des questions appartenant à la philosophie. C'est à cette condition que l'on fera de la besogne utile et fructueuse ; suivre une autre voie serait compromettre ce que l'anthropologie a déjà réalisé. Tous nous voyons dans la répression un moyen de défense sociale ; les uns n'y voient que cela, d'autres y voient une véritable peine, mais qui ne peut être appliquée que dans les limites de la défense sociale. Que l'on travaille d'accord sur ce terrain commun.

M. Lombroso, à cette occasion, rend hommage à l'ensemble des améliorations apportées, grâce à l'initiative de M. Le Jeune, au régime pénal en Belgique. Il proclame que la Belgique peut servir d'exemple aux autres nations.

Puis se produit, par les organes de MM. Ferri, Zakrewsky, Lombroso, ce que le *Journal de Genève* a appelé « une embrassade générale, au moral, bien entendu », dans laquelle chacun fait un acte de contrition sur ses vivacités de langage.

Nous ne faisons aujourd'hui que rendre compte des travaux du Congrès. Aussi ne dirons-nous pas notre pensée au sujet de la possibilité de délimiter et d'accepter le terrain d'entente que M. Dallemagne désirait voir fixer. Nous nous réservons de traiter à une autre occasion cet intéressant et grand problème.

Nous sommes heureux de pouvoir rendre hommage à la loyauté parfaite qui n'a cessé de régner dans un débat d'une nature aussi délicate, touchant à des questions qui, trop souvent, ont donné lieu à d'irritantes controverses.

La tendance du Congrès dans la discussion des questions fondamentales avait été, somme toute, dans le sens de l'entente et de la collaboration de tous sur le terrain commun. Si ce terrain d'entente n'a pas été délimité relativement à la base de la répression, il existait pour l'étude des facteurs du crime et pour la lutte contre ces facteurs. De nombreux rapports sur des questions pratiques montrèrent combien vaste est le champ ouvert à ce travail commun, combien grandes les améliorations que l'on peut apporter à la lutte contre le crime.

La plus importante des questions pratiques soulevées, qui a donné lieu à d'intéressants échanges de vues, est celle de la « sentence indéterminée » contre les récidivistes.

On se contente aujourd'hui de prononcer contre les délinquants incorrigibles des peines de durée plus longue, à raison même de la récidive ; mais ces peines n'en demeurent pas moins temporaires. Le condamné achève ses quelques années ou ses quelques mois d'emprisonnement, puis les portes de la prison s'ouvrent devant lui et on le lâche de nouveau contre la société. La défense sociale, que tout le monde reconnaît devoir être, si pas la seule, au moins une des bases de la répression, n'exige-t-elle pas une modification dans le régime pénal en ce qui concerne ces êtres éminemment dangereux ? La question a été soulevée plus d'une fois, notamment par M. van Hamel dans le *Bulletin de l'Union internationale de droit pénal,* au Congrès de cette même Union à Bruxelles, aux Congrès d'anthropologie criminelle de Rome et de Bruxelles.

De ces discussions avait surgi l'idée que M. Thiry exprimait en ces termes à Bruxelles (1) : « Nous demandons que l'on condamne les incorrigibles à une détention *indéfinie,* permettant : 1° de les garder tant que leur internement serait nécessaire ; 2° de les mettre en liberté

(1) Actes du IIIe Congrès d'anthropologie criminelle, p. 21.

lorsque cette libération paraîtrait méritée ; 3° de les réintégrer quand cette mesure serait imposée par leur mauvaise conduite en état de liberté. De la sorte, la société disposerait de l'incorrigible à tout moment : elle en disposerait d'abord pour se défendre contre lui aussi longtemps que cette précaution serait exigée; ensuite pour essayer de lui rendre la liberté et de le remettre dans la vie sociale, si l'amendement par une éducation prolongée ou par d'autres moyens semblait être obtenu ; enfin pour exercer à nouveau son droit de défense vis-à-vis de lui, dans le cas où ce dernier essai n'aurait point réussi. »

Une thèse semblable a été soutenue à Genève par M. Griffith ; M. van Hamel défendit chaudement cette idée qui est la sienne depuis longtemps, et s'efforça surtout de montrer que l'objection tirée des droits de la liberté individuelle ne doit point arrêter la société. Ces droits seront suffisamment garantis par une sage organisation des commissions chargées de reviser la sentence. Combien, d'autre part, n'est-il pas plus favorable à l'amendement du condamné de lui faire entrevoir sa libération comme la récompense de sa bonne conduite, comme conséquente aux dispositions qu'il manifestera, que de fixer *a priori* le terme de sa peine quelle que soit sa conduite. Il sera difficile sans doute d'apprécier les dispositions du condamné ; mais est-il plus sûr et plus sage de n'en tenir aucun compte ?

On pourrait d'ailleurs, comme mesure transitoire, adopter un système de sentence indéterminée avec un maximum fixé par le juge.

M. Ferri, à son tour, fit valoir les avantages de la sentence indéterminée et développa longuement l'organisation, telle qu'il la conçoit, de tout le régime judiciaire, en vue de l'application de ce système, depuis l'éducation spéciale à donner à ceux qui aspirent aux fonctions judiciaires, jusqu'à l'organisation de la justice et des commissions de revision et de libération. Il faut séparer l'enseignement

du droit pénal de celui du droit civil et donner au juge criminel une formation particulière ; la défense devrait être une fonction sociale ; l'instruction devrait être contradictoire ; les condamnés devraient être répartis en catégories et subir un traitement répressif approprié ; tous les éléments sociaux seraient représentés au sein des commissions de revision ; quelques-uns de leurs membres, élus par le peuple, y représenteraient l'opinion publique. M. Ferri présente un système complet jusque dans les détails, dont le but est *l'individualisation de la peine,* le desideratum de l'école anthropologique.

M. Gauthier, de Genève, exprime la crainte que M. Ferri n'ait transporté la question dans un monde trop idéal. Certes, elle est captivante cette pensée d'individualiser la peine, surtout de rendre le condamné à la vie sociale, quand il est amendé. Mais que de difficultés pratiques ! Difficulté dans l'appréciation de l'amendement du détenu, difficulté de réunir les éléments les plus indispensables à cette appréciation. Le distingué professeur ne pense pas que l'on puisse appliquer le système de la sentence indéterminée, dont il se déclare partisan en théorie, à d'autres délinquants qu'aux enfants et aux pathologiques.

Nous ne pouvons omettre de mentionner un important rapport de M. van Hamel sur *la lutte contre l'anarchisme.* Le savant criminaliste fait l'étude psychologique des propagandistes par le fait, puis il s'appuie sur cette étude pour rechercher quels sont les moyens les plus opportuns et les plus efficaces à opposer aux ennemis de l'ordre social. Il ne croit pas à l'utilité des lois d'exception, et préconise les moyens empruntés au droit commun. Ce rapport donne lieu à un intéressant échange de vues entre le rapporteur, et MM. Ferri, Lombroso et Garraud.

Signalons encore, dans l'ordre des idées pratiques, un intéressant rapport de M. Francis Galton sur *les empreintes digitales* comme constituant une donnée de signalement tout à fait caractéristique ; de M. Bertillon sur les *résul-*

*tats obtenus par l'anthropométrie au point de vue de la criminalité* et sur les *lacunes à combler* ; une frappante étude de M. le Dr Paul Aubry recherchant l'*influence de la presse sur la criminalité* ; deux travaux de M. le Professeur Thiry sur les *applications administratives et légales de l'anthropologie criminelle* ; une communication de M. le Dr Struelens sur la *proportion d'alcooliques parmi les détenus* ; de M. Lacassagne sur les *vols dans les grands magasins*.

M. le Dr Jean Malarewsky, dans son rapport sur les *modes de prévenir l'évolution de la criminalité*, insiste sur la nécessité d'une éducation préventive pour les enfants prédisposés à la dégénérescence, et aboutit à des conclusions analogues à celles du rapport que M. le Dr De Baets et moi nous avions déposé, et dans lequel nous demandions la création d'asiles spéciaux pour les fils de criminels atteints de tares dégénératives.

Plus personne ne conteste aujourd'hui les influences héréditaires dans la genèse de la criminalité. Tous admettent, et les faits le proclament bien haut, que les enfants héritent dans une certaine mesure des dispositions, non seulement physiques, mais aussi psychiques et morales de leurs parents. L'éducation, ou le manque d'éducation, achève souvent ce que la nature a commencé, et fait du fils du criminel un criminel à son tour.

Il est impossible cependant de suivre ceux qui veulent en faire un prédestiné au mal, un malheureux fatalement et irrémédiablement voué au crime, un incorrigible par avance, un inéducable. Malgré les tares les plus profondes, malgré les prédispositions les plus mauvaises, on peut, en général, beaucoup espérer de l'hygiène et de l'éducation morale.

Toutefois il serait téméraire de vouloir soumettre l'enfant atteint de tares profondes à un régime d'éducation tel qu'on le conçoit pour l'enfant normal. Il faut, dans une telle entreprise, selon le mot du Dr Zimmer, dans le

*Paedagogisches magazin,* que « le médecin, l'éducateur, et celui qui a soin des âmes, se trouvent unis dans une même besogne, qui sera d'autant plus bénie que de toute part on sera plus disposé à travailler la main dans la main ».

Il faut, pour les enfants *atteints de tares* dégénératives qui les prédisposent au crime, des asiles spéciaux, et la seule forme sous laquelle ceux-ci puissent être réalisés est celle que l'on a vu se concrétiser à *Valle di Pompei :* l'asile pour les fils des prisonniers. Encore faudrait-il n'y admettre que ceux qui portent réellement des tares, et renvoyer ceux qui en sont exempts, aux asiles de régime ordinaire. Quoi que l'on fasse, en effet, une tache originelle s'attachera à ceux qui auront passé par ces refuges ; c'est même là l'objection la plus forte contre leur création ; objection qui tombe dès qu'il s'agit de prédisposés réels, mais qui subsiste, concluante, contre l'admission de fils de criminels ayant échappé à toute tare héréditaire.

Le caractère spécial de ces institutions ne devra pas se trouver seulement dans le genre particulier de leurs élèves, mais encore et surtout dans le système d'éducation.

Dans l'éducation d'enfants normaux on peut suivre jusqu'à un certain point une ligne de conduite uniforme ; il faudra diversifier le mode d'action sur les anormaux autant que se diversifient leurs anomalies elles-mêmes. Les prédispositions de chaque enfant, et les tares qu'il porte, devront indiquer à l'éducateur les moyens spéciaux à employer, et il appartient à la science de définir celles-là comme ceux-ci.

Le traitement moral devra, non moins que le traitement physique, être approprié aux sujets. Dans les individus les plus tarés, il se trouve des ressorts profonds et puissants, mais qu'il faut savoir mettre en jeu. La raison et la volonté ne sont pas mortes ; il faudra que l'éducateur trouve le moyen d'en réveiller l'activité, de leur rendre leur empire. Savoir se dominer, maîtriser les

impulsions, c'est la grandeur et la fierté de l'homme. Cette grandeur et cette fierté, il faut s'efforcer de les rendre à l'enfant prédisposé au mal ; il ne suffit pas à cet effet d'atténuer les impulsions, il faut développer la force morale. Il faut, d'une part, tremper l'organisme, lui donner cet équilibre qui enlève, jusqu'à un certain point, les penchants vicieux ; il faut encore appeler l'attention de l'intelligence sur tous les actes, ressusciter l'empire moral, et le développer par l'exercice.

Tel est l'idéal de l'éducation dans son acception la plus universelle : tel est l'idéal de l'éducation corrective.

Un rapport fort remarqué a été celui dans lequel M. Maus recherchait *les mesures propres à faire connaître la personnalité physiologique, psychologique et morale du prévenu qui permettraient aux magistrats et aux avocats d'apprécier l'opportunité d'une expertise médicale*. Cette étude tend à montrer les moyens pratiques d'arriver à la réalisation du x^e^ vœu du congrès de Bruxelles.

Elle s'inspire de la nécessité d'une répression subjective, basée sur la connaissance du délinquant.

L'enquête devra porter avant tout sur la personnalité morale et sociale du prévenu. L'idée de cette enquête soulève bien des objections, et tout d'abord celle qui ressort de l'énormité du travail. On ne peut évidemment exiger l'enquête pour tous les cas ; souvent elle sera inutile, et l'inutilité en apparaîtra évidente : pourquoi faudrait-il une enquête approfondie quand rien ne paraît anormal ni dans l'activité du sujet, ni dans son état actuel tel qu'il se manifeste dans l'interrogatoire ? Les investigations doivent naturellement se limiter aux nécessités pratiques de chaque cas en particulier.

Il faudra aussi que l'enquête respecte l'honneur et les intérêts des tiers, notamment de la famille.

L'énormité du travail et le souci de l'honneur des tiers : ce sont là des objections sérieuses, ou plutôt des données qui marquent les restrictions qui s'imposent ; mais l'en-

quête elle-même n'est nullement irréalisable ; elle fonctionne, en ce qui concerne les enfants, devant le tribunal de la Seine et devant plusieurs tribunaux belges. Il faudrait, pour la réaliser plus complètement, que le magistrat instructeur recherche non seulement les éléments objectifs du délit, mais des données sur la personne de l'inculpé, le milieu, les antécédents. Au moindre indice, il ferait appel aux lumières d'un aliéniste et le consulterait sur l'opportunité d'un examen médical et de recherches plus approfondies sur l'hérédité et sur les autres éléments anthropologiques. L'avocat du prévenu, qui aurait le droit d'assister à l'enquête, pourrait, d'ailleurs, user d'initiative en ce sens.

L'enquête ainsi entendue apporterait sans doute un surcroît de travail pour le juge d'instruction ; mais elle serait facilitée par la concentration de la délinquance, surtout de la récidive, dans certaines familles et certains milieux ; elle pourrait l'être encore par la décentralisation de la justice.

Aussi M. Maus conclut-il :

« L'enquête sur la personnalité morale et sociale de l'inculpé, sur ses antécédents, sur son milieu, complétée au besoin par l'examen médical et les recherches sur l'hérédité, enfin et surtout par la décentralisation de la justice : telles sont les mesures qui nous paraissent pratiquement les plus utiles pour éclairer le juge sur l'état du sujet et ainsi préparer une répression subjective, c'est-à-dire plus juste et plus efficace. »

Mais, quand les tribunaux seront convaincus de la nécessité d'une répression subjective, il faudra encore qu'ils trouvent dans la législation les mesures appropriées à l'état de chacun : le régime des peines devrait donc, lui aussi, être réformé dans le sens d'une répression moins abstraite, plus personnelle, plus « humaine ».

Le rapport de M. Maus, dont nous ne pouvons donner ici qu'un aperçu inerte, un squelette dépourvu de muscles et de chairs, lui valut les plus chaudes félicitations de M. van

Hamel, qui déclara partager ses idées, sauf cependant celle de la décentralisation de la justice. Les idées du rapporteur furent soutenues aussi par M. De Groote et recueillirent d'ailleurs l'adhésion générale du Congrès. Ce rapport, en effet, est l'expression concrétisée du vœu le plus cher de l'école anthropologique : que l'on frappe le délinquant et non le délit.

Les discussions du Congrès, on le voit, ont été importantes, et par la gravité des sujets que l'on y a traités, et par le choc des idées les plus divergentes sur les questions de principe, et par l'allure vraiment scientifique des débats. Si parfois des vivacités exagérées ont marqué le langage de quelques membres, on n'a pas tardé à se tendre la main, et à écarter tout ce qui pouvait atteindre les personnes. L'unité ne s'est pas faite sur tous les points ; — en pouvait-il être autrement ? — mais toutes les opinions et les croyances, même celles qui étaient contraires aux idées de l'immense majorité des membres du Congrès, ont pu s'affirmer et ont été accueillies avec déférence. N'est-ce pas en s'affirmant que la vérité doit triompher ? C'est d'elle-même qu'elle attend sa victoire ; elle s'imposera en se montrant.

Que les chrétiens et les philosophes spiritualistes, que ceux qui ont foi en la vérité de leurs croyances et de leurs convictions, les proclament bien haut; — et la vérité triomphera par sa force innée, malgré les luttes qui peuvent parfois paraître l'ébranler, malgré les nuages qui peuvent l'obscurcir. Certes, ce n'est pas là l'œuvre d'un jour : le ciel reste parfois pendant longtemps chargé, mais le soleil est derrière le voile; un jour ses rayons le perceront et finiront par le dissiper.

MAURICE DE BAETS.

---

# LE CŒUR

Le seul nom du cœur évoque chez tout homme que n'aveuglent point la passion et les vices, l'image et le souvenir de toute son existence ; le cœur y est de tous les instants. Le passé avec le souvenir de ses luttes, de ses souffrances et de ses satisfactions ; le présent avec ses affections et ses jouissances ; l'avenir avec ses espérances ont leur trame tissée tout entière par le cœur.

Pourquoi dans la vie, le cœur occupe-t-il cette place prépondérante ?

Quoiqu'on fasse du cœur le siège des sentiments, il n'est ni une partie, ni une fonction du système nerveux. C'est un organe musculeux d'une forme spéciale, situé dans le thorax, entre les deux poumons, et doué d'une fonction capitale pour les autres fonctions de l'organisme qui l'influencent à leur tour. C'est là le secret du rôle important joué par le cœur dans les fonctions animales et psychiques.

La vie, comme l'a dit Cl. Bernard, est le mouvement ; la substance vivante est le siège de processus continus mettant de l'énergie en liberté ; toute substance vivante en aurait épuisé rapidement la réserve, si, par un processus inverse de réintégration, elle ne s'assimilait continuellement de la substance chargée d'énergie nouvelle. Toutes les cellules de notre corps présentent cette double activité

nutritive, les cellules nerveuses, les cellules glandulaires, les fibres musculaires, etc.

L'homme, comme tous les animaux, emprunte au milieu vivant ambiant des substances nourricières, azotées, graisseuses et hydrocarbonées ; chaque cellule, pour conserver son état nutritif malgré son activité incessante, doit s'incorporer ces substances en quantité égale à celle qu'elle a consommée.

Or, il est matériellement impossible que chaque cellule de notre corps reçoive directement de l'extérieur, par simple diffusion ou osmose, les substances nécessaires à son entretien ; c'est le cœur par son ventricule gauche qui y pourvoit. Par sa contraction rythmique, il lance à travers l'aorte et le système artériel dans tous les organes, dans tous les tissus, un sang nourricier qui, circulant lentement par les capillaires, baigne toutes les cellules. Celles-ci, qui ne mesurent que quelques microns de diamètre, absorbent continuellement par diffusion, par osmose, par filtration, les substances nutritives du milieu ambiant. C'est le cœur qui en se contractant établit les conditions de la nutrition régulière de tout notre organisme par le sang ; c'est le fournisseur universel de l'innombrable ménage cellulaire de notre économie.

C'est plus qu'un fournisseur ; car en même temps qu'il apporte à chaque cellule ce dont elle a besoin, il emporte les déchets du ménage : tout ce qui est devenu inutile, superflu, nuisible pour une cellule, est repris soit directement par le sang, soit indirectement par la lymphe ; et le sang chargé des produits de la dénutrition et spécialement de l'acide carbonique, revient au cœur par les grands affluents veineux.

Le cœur, au lieu de resservir le sang veineux contaminé, ou de masquer simplement les propriétés défectueuses, le conduit d'abord dans des organes dépurateurs. Tandis que chez les vertébrés inférieurs, il ne comprend qu'un seul ventricule, il s'est adjoint chez les vertébrés supérieurs

et chez l'homme un collaborateur, le ventricule droit, qui travaille à côté de lui, quasi sous sa direction.

Le sang veineux passant de l'oreillette droite dans le ventricule droit, est lancé dans les capillaires alvéolaires des deux poumons, où il abandonne son acide carbonique et où il refait sa provision d'oxygène. Le sang artérialisé retourne tout rutilant vers le cœur gauche : le principal poison du sang, l'acide carbonique, est éliminé.

La graisse et les hydrates de carbone sont comburés au sein de tous les tissus; par contre, les substances albuminoïdes donnent de l'urée et autres produits azotés que différentes glandes, les reins, le foie, etc., doivent éliminer continuellement du sang.

Le cœur, en promenant incessamment le sang à travers les divers départements de notre corps, nourrit tout, purifie tout ; en même temps il permet au sang de se régénérer, de prendre l'oxygène dans les poumons et les substances nutritives le long de la surface du tube digestif et dans les magasins de l'organisme lui-même.

Toute cellule de notre corps, prise en elle-même, est absolument immobile, clouée sur place ; elle vit et continue à vivre parce qu'elle est irriguée de sang. Supposez que le cœur s'arrête, le courant sanguin qui n'existait que par la force contractile du cœur s'arrête également; et de même que dans une ville où toute circulation serait subitement interrompue, les habitants succomberaient bientôt de disette, les cellules de notre corps, les unes plus vite que les autres, meurent alors rapidement, non pas tant par défaut de nourriture ou par épuisement, que par empoisonnement : les produits de désassimilation, spécialement l'acide carbonique, asphyxient la cellule, elle meurt comme un ouvrier enseveli dans une galerie souterraine sous un éboulement. Le système nerveux, spécialement les cellules nerveuses, sont extrêmement sensibles à une modification de la circulation. L'arrêt du cœur (par choc) et de la circulation (par rupture

du cœur ou d'un gros vaisseau), détermine instantanément la syncope par suppression des fonctions cérébrales et entraîne bientôt la mort générale.

Toute altération anatomique ou fonctionnelle du cœur (péricardite, myocardite, endocardite, affection du muscle et des valvules, névrose cardiaque, etc.) qui modifie l'activité de l'organe et l'intensité du courant sanguin, entraîne des troubles nutritifs et dès lors fonctionnels dans tous les organes et dans toutes les fonctions. Tantôt les affections du cœur modifient la respiration : le courant sanguin se faisant irrégulièrement, l'aération du sang devient imparfaite, il survient de la dyspnée, on est court d'haleine. Tantôt ce sont les fonctions digestives qui sont en état de souffrance : la circulation insuffisante de la muqueuse a cette conséquence que les sucs digestifs s'éliminent en quantité trop faible, que la digestion est lente et laborieuse, que l'absorption est imparfaite. Tantôt enfin les troubles cardiaques et circulatoires déterminent rapidement des lésions du côté du foie et des reins, d'où résulte généralement l'albuminurie.

Et le système nerveux, qui préside à toutes les fonctions animales et végétales, ne recevant plus le sang en quantité et en qualité normales, est modifié aussitôt dans sa réceptivité et dans son émettivité. A une première phase, il réagit et devient plus irritable ; à la moindre excitation, externe ou interne, frappant les voies nerveuses afférentes, il répond par des réflexes étendus ; les impressions non douloureuses antérieurement, indifférentes ou même agréables, deviennent pénibles. Les fonctions animales du système nerveux, surtout les fonctions psychiques, sont laborieuses et lentes.

En résumé, le cœur a donc pour fonction, en chariant partout le sang, d'entretenir partout la nutrition, et tout trouble dans sa fonction entraîne directement des troubles nutritifs dans tous les autres organes dont les fonctions sont dès lors altérées.

Certes, c'est là un rôle important que joue le cœur dans le rouage si complexe de notre économie ; mais ce n'est pas là la raison principale pour laquelle il est mêlé à toutes les modalités de notre activité psychique ; cette raison nous la rencontrerons tout à l'heure quand nous aurons exposé le fonctionnement du cœur.

Comme nous l'avons dit déjà, le cœur est symétrique et chaque moitié est constituée par deux cavités superposées, séparées l'une de l'autre, ainsi que des vaisseaux efférents, par des valvules spéciales. La paroi du cœur, en dehors du péricarde qui le recouvre et de l'endocarde qui le tapisse, est formée principalement par de la substance musculaire, par un appareil nerveux aussi complexe que dans tout autre muscle, et par un système circulatoire propre. La paroi du cœur de l'homme, différente en cela de la paroi du cœur de certains animaux, de la grenouille par exemple, a une épaisseur trop grande pour lui permettre de puiser directement les principes nutritifs dans le sang de ses cavités ; aussi le cœur humain possède-t-il un système d'irrigation spéciale représenté par une couronne de vaisseaux appelé système coronaire. Les parois de ce système circulatoire sont enlacées et pénétrées par un plexus nerveux propre : c'est le système nerveux vasculaire proprement dit du cœur ou, plus exactement, du système coronaire. La circulation à travers le système coronaire se trouve donc sous une double influence nerveuse, vaso-constructive et vaso-dilatatrice, influence qui favorise ou contrarie la circulation du myocarde, et par suite son fonctionnement. Il nous paraît probable que le système nerveux vasculaire du système coronaire doit intervenir également dans la pathogénie de certaines affections du cœur, telle que l'angine de poitrine, par exemple.

C'est la substance musculaire du cœur qui, en se contractant, établit le rythme cardiaque et développe la pression suffisante pour que le sang circule malgré les résistances qu'il rencontre sur son chemin. Le myocarde

est constitué de fibres musculaires striées, ramifiées et séparées les unes des autres par une cloison de substance non musculaire, non contractile, une cloison de substance conjonctive.

Pourquoi la fibre musculaire du cœur se contracte-t-elle et pourquoi se contracte-t-elle rythmiquement ?

D'après les données actuelles de la physiologie, nous devons admettre que la pointe du cœur, isolée de la base, ne se contracte pas spontanément ; la fibre musculaire, tout en possédant quasi à l'état latent les propriétés de l'automatisme, n'est donc pas excitée par le milieu ambiant immédiat, par les produits de son activité nutritive ; bref, elle ne possède pas en elle-même de quoi entretenir sa contraction rythmique. Cette contraction ne se produit que sous l'influence d'une excitation venant de loin et transmise au myocarde par le système nerveux moteur. Chaque fibre musculaire du myocarde possède une terminaison nerveuse motrice propre ; d'une manière schématique, nous pouvons, nous devons même nous représenter les quatre cavités du cœur comme innervées par quatre nerfs moteurs différents, qui convergent vers des amas ganglionnaires situés à la base du cœur, ces amas ganglionnaires eux-mêmes constituant des relais intercalés sur le trajet des nerfs pneumogastriques et sympathiques qui viennent se distribuer au cœur. Ces nerfs extra-cardiaques ont en dernière analyse une origine bulbaire ; et ces centres bulbaires ont des rapports fonctionnels avec tous les centres éparpillés le long du système nerveux cérébro-spinal. Donc chaque fibre musculaire du myocarde est reliée par la fibre nerveuse motrice, ou centrifuge, avec le centre cardiaque bulbaire qui est lui-même en rapport avec tout le reste du système nerveux. Toute excitation nerveuse qui prend naissance sur un point du trajet de cette fibre nerveuse, peut modifier la contraction de la fibre musculaire du myocarde.

Comment et où prend naissance cette excitation nerveuse

nécessaire pour que le cœur se contracte rythmiquement ? Ce n'est pas nécessairement dans le centre bulbaire, puisque le cœur complètement isolé, extrait de l'organisme, peut continuer à battre. Est-ce dans les centres intra-cardiaques, ceux-ci étant réellement autochthones, automatiques ? Tout en concédant qu'il y a des données expérimentales qui tendent à prouver que le rythme est une propriété jusqu'à un certain point inhérente aux centres intra-cardiaques, nous croyons que le facteur principal de l'activité rythmique de ces centres et du myocarde lui-même est représentée par l'excitation centripète transmise par un système nerveux sensitif intra-cardiaque. Le péricarde, l'endocarde surtout et les valvules, renferment un système nerveux spécial, situé immédiatement sous l'endothélium et paraissant se terminer dans les cellules endothéliales elles-mêmes ; tout tend à prouver que ce système nerveux est centripète, sensitif, qu'il est dès lors stimulé par les excitants habituels et par d'autres encore peut-être. Ces nerfs sensitifs intra-cardiaques paraissent converger également vers les centres ganglionnaires intra-cardiaques; si leur excitation agit sur ces centres, s'y réfléchit (et rien ne s'oppose à cette hypothèse), nous comprenons qu'une première systole détermine l'excitation du système nerveux sensitif intra-cardiaque, excitation qui se transmet aux centres intra-cardiaques, s'y transforme en excitation motrice déterminant la systole suivante et ainsi de suite.

Bref, par suite de la présence du système nerveux réflexe dans le cœur lui-même, l'effet de contraction devient cause d'excitation et le rythme se comprend sans que nous devions attribuer à aucun élément du cœur des propriétés automatiques : le cœur se contracte parce qu'il s'est contracté, de même que nous respirons parce que nous avons respiré. Le rythme cardiaque est donc un engrenage à cycle complet où tout s'enchaîne, l'effet y devient cause. L'évolution cyclique en même temps que rectiligne

de l'activité vitale, est réglée par les conditions nutritives et par le libre arbitre; puisque aucune manifestation vitale ne paraît être absolument spontanée, mais exige au moins une cause occasionnelle.

Les centres nerveux intra-cardiaques agissent sur la contraction rythmique du cœur de deux manières opposées : tantôt dans un sens positif, tantôt dans un sens négatif. L'excitation portée sur le nerf vague ralentit ou arrête le cœur; l'excitation des nerfs sympathiques qui se rendent au cœur accélèrent ou renforcent la contraction cardiaque. Les centres d'origine des nerfs modérateurs ou inhibitifs, ainsi que les centres d'origine des nerfs accélérateurs, doivent donc agir sur le fonctionnement du cœur de la même manière, c'est-à-dire que les premiers ralentiront, que les seconds accéléreront le cœur. L'émettivité de ces centres, l'action tonique qu'ils exercent sur le cœur, dépendent de leur constitution, celle-ci étant hautement influencée par les milieux liquides, sang, lymphe et suc cellulaire qui arrosent ces centres. Aussi toute anomalie du sang ou de la lymphe provoque-t-elle aussitôt une modification dans l'activité des centres bulbaires du cœur.

D'autre part, ces centres bulbaires, comme nous le disions plus haut, sont réunis fonctionnellement à tous les autres centres de l'axe cérébro-spinal; toute modification dans l'activité de ces derniers détermine une modification d'intensité variable dans l'activité des centres modérateurs ou accélérateurs du cœur. Cette influence qu'exercent les uns sur les autres les différents centres ou les différents neurones, s'opère, d'après nombre d'histologistes de la fin du XIX^e^ siècle, à distance, à travers une substance prétendument non nerveuse. L'inéluctable logique de notre organisation cérébrale a amené les physiciens à créer l'hypothèse de l'éther pour expliquer les actions à distance, à travers l'espace interplanétaire ou intermoléculaire; par contre, les observateurs du microscope n'éprouvent pas

le besoin de la continuité d'un substratum à la conduction de l'excitation nerveuse, celle-ci sautant d'un neurone à l'autre, comme font les enfants dans les prés, d'un bord du ruisseau à l'autre.

Toute excitation des organes des sens, du goût, de l'odorat, de la vue et de l'ouïe, toute excitation des nerfs sensitifs viscéraux, toute opération psychique s'étend, dès qu'elle atteint une certaine intensité, aux centres cardiaques ; l'activité du cœur se met d'accord avec l'harmonie de l'organisme en général, et contribue, pour sa part, à écarter les dangers extérieurs, à renforcer le pouvoir de résistance aux agents nocifs, tantôt en augmentant, tantôt en diminuant sa fréquence, son intensité, son débit. Le plus souvent le cœur réalise une influence favorable en battant plus rapidement, en se dilatant davantage, en se contractant plus énergiquement ; se sentant pour ainsi dire à l'étroit dans la cavité péricardique et thoracique, il vient battre plus fortement contre la paroi de la poitrine qu'il ébranle au point de provoquer une excitation perceptible.

Les émotions trop vives, trop étendues, provoquent dans tout le système nerveux un tel ébranlement que les centres inhibitifs cardiaques sont excités au point de déterminer le ralentissement, parfois l'arrêt du cœur : la pâleur envahit le visage, la syncope survient. Mais l'arrêt de la circulation entraîne aussi l'asphyxie et la diminution de l'excitabilité des centres bulbaires ; dès lors il n'y a plus d'excitations inhibitives transmises au cœur et celui-ci se trouve dans les conditions d'un cœur isolé ; il recommence à battre, à moins que l'arrêt n'ait été trop complet, trop prolongé.

Une excitation moins forte et moins étendue provoque généralement une accélération et un renforcement des contractions cardiaques ; la moindre émotion fait rougir, une émotion plus forte, la colère, la haine, l'amour

[illegible] dans le cœur par une plus [illegible] de ses contractions.

Tel est l'état physiologique normal pour l'homme et pour l'animal. Mais, contrairement à l'animal, l'homme s'écarte de cet état physiologique dans deux sens opposés. Qu'il détruise, par n'importe quel excès, par le vice, l'association harmonieuse entre les diverses facultés cérébrales, entre les centres de coordination et les centres réflexes : et non seulement la vertu, mais même les sentiments naturels, communs à l'homme et aux animaux, cessent de faire vibrer le cœur de cet organisme déséquilibré, morbide. Il reste toutefois responsable, car il s'est fait tel lui-même et à toute heure il peut remonter la pente de sa dégradation.

D'autres hommes, par une attention continue, par une surveillance interne sans relâche, ont appris à maîtriser les phénomènes d'association, les réflexes physiologiques et naturels de leur système nerveux ; leur cœur parle quand ils le veulent, et dans les limites qu'ils lui tracent : il se laisse conduire par les sentiments d'humanité et les préceptes religieux : il bat à l'unisson de tout ce qui est beau, noble, vertueux : *C'est le cœur de l'homme vrai.*

Cette influence réciproque du cœur et des fonctions nerveuses met en jeu des mécanismes multiples, aussi manifestes dans leurs effets qu'inconnus dans leur nature. Et d'abord, qu'est-ce que la contraction de la fibre musculaire du cœur et de la fibre musculaire en général ?

Le microscope s'est efforcé de répondre et a révélé aux yeux de quelques observateurs des modifications morphologiques qui seraient inséparables de la contraction de la fibre musculaire. Mais même, s'il en était ainsi, ces modifications purement morphologiques ne nous diraient rien sur la nature de la force de la contraction, sur la cause du raccourcissement musculaire. En outre, si on empêche un muscle de se raccourcir, et qu'on l'excite ensuite, il se « contracte » ou plutôt, car l'expression devient inexacte,

il développe une force de tension, et cela sans que le spectre solaire déterminé par ses stries se modifie; d'où nous devons conclure que le muscle peut être en état de contraction, sans modifier ses bandes ou ses stries, noires ou claires. C'est donc une force attractive qui se développe dans le muscle, et c'est seulement lorsqu'elle est suivie d'un effet mécanique, qu'il y a déplacement du muscle et modification dans la structure de la fibre musculaire. Du Bois-Reymond, ayant constaté la variation négative du muscle pendant sa contraction, émit l'hypothèse que le muscle se compose, en dernière analyse, de particules électrisées et orientées toutes de la même manière pendant le repos ; sous l'influence de l'excitation, elles exécuteraient une rotation d'un quart de cercle, de façon à amener en regard les pôles de nom contraire, d'où résulterait nécessairement, d'après une loi de la physique, une attraction. Quoique cette hypothèse paraisse contraire à certaines données expérimentales, c'est elle qui satisfait le mieux l'esprit ; aussi ne m'arrêterai-je pas à exposer l'hypothèse plus récente d'un philosophe, d'après laquelle le muscle serait constitué par des particules pyro-électriques qui seraient électrisées par la chaleur que développe la contraction du muscle.

Le myocarde, spécialement le ventricule, travaille sous les deux régimes indiqués tantôt : au début de la contraction, la pression intra-ventriculaire est nulle ou même négative; et avant de pouvoir refouler le sang dans les vaisseaux efférents, dans l'aorte, par exemple, où la pression est relativement élevée, le ventricule doit développer une pression suffisante pour déjeter les valvules : ce n'est qu'à partir de ce moment qu'il se vide, qu'il se contracte réellement. Le myocarde se trouve donc d'abord sous le régime isométrique, plus tard seulement sous le régime isotonique.

La contraction du cœur s'accompagne d'une variation négative dans son état électrique, se propageant de la

pointe vers la base ; si l'on prend en mains une paire d'électrodes reliées à un électromètre capillaire très sensible, celui-ci oscille d'une manière synchronique à la contraction du cœur, en sorte que notre corps, sans que nous nous en doutions, est parcouru 60 à 80 fois par minute par un courant électrique.

Contrairement aux fibres musculaires striées volontaires, la fibre striée du cœur, ainsi que les fibres musculaires lisses, auraient la propriété de transmettre directement leur état d'excitation aux fibres musculaires voisines. On devrait s'expliquer ainsi l'état de contraction qui s'étend au ventricule tout entier quand on excite un de ses points. A moins d'admettre des anastomoses entre ces fibres, ce qui est contraire aux données histologiques : à moins d'admettre une variation négative suffisamment considérable pour exciter à travers un tissu non excitable les fibres musculaires voisines, nous ne pouvons comprendre ce mode de propagation ; provisoirement, il paraît bien plus naturel de penser que la transmission de l'onde contractile se fait par l'intermédiaire du système nerveux moteur en réseau dont les mailles enlacent toutes les fibres myocardiques

Je disais tantôt que le rythme cardiaque était probablement d'origine réflexe ; seulement si l'on tient compte de la vitesse de propagation de l'excitation nerveuse dans le tronc d'un nerf, et de la lenteur relativement considérable avec laquelle les contractions auriculaire et ventriculaire se succèdent, il faut que l'excitation centripète, avant de se réfléchir en excitation centrifuge, s'arrête un certain temps dans les cellules ganglionnaires. Nous relevons ici un fait de même ordre que celui que présente la préparation réflexe ; le passage de l'excitation à travers la substance grise est retardé, le protoplasme du corps de la cellule nerveuse possédant une structure différente de celle du cylindre-axe transmet autrement l'excitation nerveuse et lui imprime son cachet propre. C'est

donc, en dernière analyse, dans la constitution différente des cellules ganglionnaires du cœur, démontrée entre autre par les poisons cardiaques, qu'on doit rechercher la cause de l'influence modératrice ou accélératrice que ces cellules exercent sur la vitesse et sur le rythme du cœur.

En présence d'un acte volontaire à exécuter, ou en voie d'exécution, l'écorce cérébrale peut transmettre aux voies descendantes une impulsion qui, en agissant sur les centres coordinateurs, provoque ou arrête le mouvement de cet acte ; de même, à l'aide d'une paire d'électrodes, nous pouvons à volonté accélérer le rythme du cœur, le ralentir ou le supprimer. Le cœur renferme donc les mêmes dispositifs que ceux sur lesquels agit notre activité cérébrale.

Si l'on compare la composition du système nerveux intra-cardiaque et celle de l'axe cérébro-spinal, on peut dire qu'au point de vue du nombre et de la qualité, celui-là est d'une simplicité infiniment plus grande que celui-ci ; provisoirement on ne reconnaît au nerf pneumogastrique que la fonction modératrice ou inhibitive ; cependant le microscope n'a pu encore révéler quel est le dispositif propre à la fonction inhibitive, ni l'expérimentation élucider comment une excitation peut anéantir une autre excitation. Les physiciens, il est vrai, cherchent à tirer les physiologistes d'embarras : Cl. Bernard admettait déjà qu'il y avait là un phénomène d'interférence. Mais cette hypothèse implique que l'excitation nerveuse est une ondulation ; et puis où se produit cette interférence ? Dans le cœur ? Dans la cellule ganglionnaire ? Dans les fibres nerveuses anastomosées ou dans la fibre musculaire ? Ce sont là autant de questions sur lesquelles la science est muette.

L'expérimentation réussira à résoudre ces problèmes, comme beaucoup d'autres, en s'adressant à des organes aussi simples que possible : le physiologiste qui veut

étudier la contraction, s'adresse au tissu qui a acquis par différenciation cette propriété au plus haut degré, à savoir au muscle, et non au globule blanc du sang, à la cellule épithéliale ciliée, à un protozoaire. Il en sera de même pour les fonctions nerveuses, sécrétoires, etc. A mesure qu'un organisme s'élève dans l'échelle animale il se différencie, il possède des tissus doués plus exclusivement d'une fonction spéciale ; si jamais la lumière totale se répand sur cette question mystérieuse, ce sera l'expérimentation sur le nerf qui nous révélera la nature de l'excitation nerveuse, et l'expérimentation sur le muscle qui nous permettra de saisir le mécanisme intime de la contraction musculaire. Chez les êtres monocellulaires et les cellules non différenciées, toutes les fonctions vitales sont exercées soit par les mêmes parties constituantes soit par une masse tellement petite que c'est actuellement une utopie de vouloir, par l'étude de la cellule, trancher les grands problèmes de la vie, autres que ceux de l'histogénèse.

Dr J. F. Heymans.

# LE R. P. CHARLES GEORGE

La *Société Scientifique* et la *Revue des Questions scientifiques* viennent d'éprouver une perte très sensible. Le P. Charles George, S. J., a été enlevé à ses travaux et à ses amis le 9 octobre. Sans maladie, sans aucun malaise précurseur, sur la brèche, entre le travail achevé de la veille et le travail préparé du lendemain, une crise soudaine l'a endormi dans l'éternel repos.

Ce fascicule même de la Revue, commencé par lui, a dû être achevé par d'autres. Avant de prendre son sommeil, il avait fait un envoi d'épreuves et, devant lui, sur ce bureau où il ne devait plus s'asseoir, d'autres épreuves attendaient qu'il les revît et les remaniât. Il est vraiment mort à la besogne.

Le P. Charles George était né à Bruxelles, le 11 février 1839. Après de fortes et brillantes études d'Humanités classiques et de Philosophie, faites au petit-séminaire de St-Trond, il entra dans la Compagnie de Jésus le 30 octobre 1857. Il fit à Tronchiennes son noviciat et des études de littérature ; puis il fut appliqué à l'enseignement des belles-lettres. Mais son goût spécial et ses aptitudes l'inclinaient davantage aux sciences. Il les enseigna successivement à Mons, et à Bruxelles.

C'est là que le P. Carbonnelle le distingua et le demanda comme auxiliaire, dans les fonctions trop encombrantes pour un seul homme, de secrétaire de la *Société* et de la *Revue*. Il prit ces nouvelles fonctions en septembre 1887 ; il ne devait plus les quitter.

Après la mort du P. Carbonnelle, pendant la période intérimaire, il en porta presque seul le poids.

M. le Professeur Mansion, qui succéda au P. Carbonnelle, le trouva prêt à le servir, comme il avait servi, fidèle et dévoué, son premier chef.

Or, ces fonctions de second rang, sans relief et sans marque, obscures, effacées, le P. George les remplissait avec un zèle et un dévouement qui ne s'est jamais démenti. Correspondance avec les écrivains, relations avec l'imprimeur, classement des manuscrits, correction des épreuves, révision des listes et des adresses d'abonnés, tout ce que l'on appelle, en argot du métier, le ménage de la *Revue*, était de son ressort et il y mettait sa vie. On ne le rencontrait guère dans les corridors ou dans les jardins du collège, sans quelque gros rouleau de placards imprimés entre les mains ; même en promenade il les emportait glissés sous sa ceinture. Si on le voyait dans les rues de la ville, affairé, marchant de son pas leste, c'était sur le chemin de l'imprimerie ; ou encore, sa petite valise en bandouillère alors, quand il partait à l'avance, dans les villes où se réunissait la Société, préparer leurs locaux aux sections et à l'assemblée générale, veiller au placement des tableaux noirs, des tables du conseil, de la tribune et des sièges de l'auditoire ; car il se chargeait même de ce détail domestique sans se résigner jamais à l'abandonner à un sous-œuvre. Après, l'assemblée venue, il se cachait dans la masse, cherchant à gagner le dernier rang et à disparaître.

Et toujours doux, souriant, prêt à tous les services, il se dévouait tout entier à faire plaisir, n'ayant pas de plus grand bonheur que d'obliger ses confrères.

C'était une âme excellemment bonne, pacifique, timide même ; contrastante autrefois avec cette âme du P. Carbonnelle, ardente, vaillante, combative, ne reculant devant aucune entreprise, et prête, pour Dieu, aux plus belles audaces. La colombe et l'aigle.

Il avait toutes les condescendances et tous les oublis de soi : je ne connais pas une âme qu'il ait blessée. Dans les très nombreuses relations que lui faisait la *Revue*, relations très délicates souvent, je ne pense pas qu'il ait laissé d'autre souvenir que celui d'une bonté très modeste, très dévouée et très affectueuse.

Il se sentait d'ailleurs heureux. Les travaux qui lui passaient par les mains le tenaient sans cesse en commerce avec les sciences qu'il aimait : il vivait entouré d'elles et jouissait. Quand il les quittait, c'était pour aller soigner ou contempler des fleurs ;... les fleurs ont été la passion de sa vie, cachée et retirée. Et sa cellule était comme le résumé de cette vie. Son prie-dieu, son crucifix. Sur la cheminée quelques portraits d'amis. Au mur des rayons de bibliothèque, pleins de livres de science. Sur des chaises, à droite, à gauche, même à terre, des revues scientifiques. Son bureau débordant de manuscrits et d'épreuves. Et aux fenêtres, dedans et dehors, courant en pampres enchevêtrés et sauvages, des fleurs, des fleurs, des fleurs !

Il est mort au milieu d'elles !

Bienheureux les doux... Bienheureux les pacifiques, car ils seront appelés les fils de Dieu.

VICTOR VAN TRICHT, S. J.

---

# VARIÉTÉS

## I.

## EXPLORATION POLAIRE

### DE F. NANSEN ET DU « FRAM » (1)

Le Dr Fridthjof Nansen vient d'enrichir de la page la plus b lante les fastes déjà si riches, mais si nimbés de deuil, des exp rations arctiques ; l'expédition même du baron de Nordenskj qui fit tant de bruit en son temps, est surpassée. Exposons détail cette odyssée qui, pour l'heure, fait tressaillir d'un lé time orgueil les fibres patriotiques de toute la Norwège.

Il est inutile de présenter Nansen aux lecteurs de la Re des questions scientifiques. Ils savent que ce jeune explorate né en 1861, s'illustra en 1888 par une exploration au Grönlar il est le premier qui ait traversé cette presqu'île de l'es l'ouest : il prit pour base Umivik, 64° 45′ lat. (2), sur la c orientale, et déboucha à Kangersunek fjord, à 50 milles au s de Godthaab.

Depuis longtemps l'esprit de Nansen était hanté par l'i d'un voyage d'exploration au pôle Nord. Il partait de ce double f confirmé d'ailleurs par sa propre expérience et celle de tous baleiniers et des explorateurs des mers polaires, qu'un nav

(1) Nous devons un hommage particulier à M. le capitaine de Gerla le commandant de la future expédition antarctique belge, qui a mi plus aimable empressement à nous procurer des indications et documents très précieux.

(2) Toutes les latitudes que nous emploierons au cours de cet arti sont septentrionales ; les longitudes sont orientales et comptées méridien de Greenwich.

pris dans les glaces au large de la Sibérie, dérive vers le nord, où il va se perdre. Que si, au contraire, il est engagé dans la banquise entre le Spitzberg et le Grönland, il ne court aucun danger sérieux : la marche générale du champ de glace vers le sud, où il se fond, finit par dégager le bâtiment ou par pousser les naufragés vers les établissements danois du sud du Grönland.

D'autre part, on retrouve dans les parages de la presqu'île Grönlandaise des troncs d'arbres évidemment arrachés à leurs rives par les grands fleuves de la Sibérie, et des épaves de ces immenses quantités de bois flotté de l'océan Pacifique, que le courant du détroit de Behring, régulier comme un fleuve, introduit dans l'océan Glacial. Or, ces troncs et ces épaves ont vraisemblablement traversé les régions voisines du pôle ; il existe donc un mouvement général qui entraîne les eaux au nord de la Sibérie vers les espaces polaires, d'où elles redescendent le long de la côte orientale du Grönland.

Déjà en 1867, cet ensemble de faits avait frappé un officier de la marine marchande, le français Gustave Lambert. Il conçut une expédition au pôle nord par le détroit de Behring, et développa son projet, avec cartes à l'appui, dans une série de conférences. Mais la mort vint le frapper en 1870, sur le champ de bataille de Buzenval (1).

Un événement récent, fort remarquable, vint donner aux idées de Nansen, une confirmation sérieuse.

*La Jeannette* avait été frétée en 1879 par le richissime Mécène qui lança Henry Stanley en Afrique, M. Gordon Bennett, directeur du *New-York Herald*. Malgré les qualités déployées par le capitaine De Long, le navire fit naufrage. Broyé par la banquise le 13 juin 1881, au nord des îles de la Nouvelle-Sibérie, ses épaves, au nombre de cinquante-huit, pensons-nous, furent retrouvées, en juin 1884, à l'extrémité sud du Grönland, à plus de 6000 kilomètres du lieu du sinistre. Par quelle *route libre* ces débris avaient-ils été charriés ? Précisément par ce courant polaire de l'existence duquel Nansen était convaincu, et que devaient avoir constaté, à leurs dépens, les victimes mêmes de cette effroyable catastrophe. Obligés d'abandonner le navire fissuré par les glaces, après s'être efforcés de le maintenir à flot pendant deux ans par le jeu des pompes, les naufragés se lan-

(1) Cfr. BULL. DE LA SOC. DE GÉOGR. de Paris, 1866 et 1868 ; — L'ÉCONOMISTE FRANÇAIS, 1867, nos 208-211 ; — L'ANNÉE GÉOGRAPHIQUE, 1868, pp. 363-366 et 1869, pp. 204-210.

cerent droit au sud sur la banquise : ils s'aperçurent bientôt que leur marche était compensée par la dérive du champ de glace vers le pôle. Une semaine plus tard, ils étaient à 25 milles au nord de leur point de départ. Deux seulement d'entre eux parvinrent à gagner les postes russes les plus septentrionaux. Tous les autres périrent de faim dans les glaces du delta de la Lena, victimes du courant qui vient de porter le *Fram* si près du pôle.

Avant de décider son expédition, Nansen avait conçu toute une théorie des courants dans les mers polaires. D'après lui le courant du détroit de Behring, grossi de l'apport considérable des fleuves sibériens, et les importantes masses d'eau que l'Atlantique, dans son mouvement général vers le nord-est, porte au nord de la Norwége et de la Nouvelle-Zemble, fournissent les éléments du grand courant qui redescend à l'est du Grönland, et entraîne souvent, en été, des glaces jusque sur les bancs de Terre-Neuve.

Ce grand courant, par sa largeur et sa profondeur, est le principal exutoire de l'océan Arctique, car l'eau charriée vers le sud par le détroit de Smith et les autres passages de l'archipel nord-américain (détroits de Davis et d'Hudson), ne représente qu'une bien faible partie de la masse liquide qui constitue cet océan.

La *théorie* et l'*expérience* prouvaient donc que toutes les glaces des mers polaires, poussées par l'eau qui les porte, après avoir passé dans les parages du pôle, se dirigent du nord de l'ancien monde vers le nouveau, surtout vers la côte orientale du Grönland. Le même sort ne serait-il pas réservé dans quelques années à une expédition, portée par un navire solide, qui se confierait aux glaces au nord de la Sibérie ? C'est la conception séduisante, mais dangereuse, de Nansen. Voyons comment elle s'est réalisée.

Chose curieuse ! Presque au moment où le voyageur norwégien rentrait dans son pays, M. Dall, une autorité en matière arctique, publiait un travail plein d'intérêt (1), où il conteste l'*authenticité* des reliques de la *Jeannette*, trouvées en 1884 à Julianehaab. Découvertes peu de temps après le passage du bâtiment qui rapatriait la mission Greeley et quelques survivants de la *Jeannette*, ces reliques ne seraient qu'une mystification de la part de l'équipage. Si extraordinaires que soient les coïncidences relevées par M. Dall, nous croyons qu'il convient de tenir compte

(1) NATIONAL GEOGRAPHICAL MAGAZINE (Washington), 1896.

des faits et de cette autre coïncidence fort frappante, que les débris de la *Jeannette* et le *Fram* ont mis à peu près le même temps pour faire le trajet du nord des îles de la Nouvelle-Sibérie jusqu'au Grönland d'un côté, et jusqu'au nord de la Norwège de l'autre, la *Jeannette,* du 13 juin 1881 au mois de juin 1884, et le *Fram,* du 22 septembre 1893 au 13 août 1896.

Avec une volonté que rien ne rebute, et bien que son plan n'agréât point à tous les explorateurs, Nansen poursuivit la réalisation de son idée, c'est-à-dire de l'exploration arctique, telle qu'il l'avait burinée dans son cerveau. Appuyé vivement par la presse, il triompha de toutes les hésitations. Dès le 30 juin 1890 le Storthing votait, par 73 voix contre 39, le projet de loi allouant à l'expédition une somme de 200 000 couronnes (280 000 francs). Un second crédit de 80 000 couronnes lui fut accordé ultérieurement. Les concitoyens de Nansen firent le reste. Grâce à l'heureuse fascination que les mers polaires exercent sur l'imagination scandinave, une souscription nationale, lancée en janvier 1891, fut couverte en quelques semaines. L'explorateur pouvait commander le cheval de bataille de l'expédition, le *Fram* (mot norwégien qui signifie *En avant).*

Pour braver la banquise, dont on sait la puissance, il ne fallait ni un fin voilier, ni un bâtiment muni d'une forte machine ; un navire s'imposait qui présentât le moins de prise possible et une exceptionnelle résistance à l'écrasement par les glaces. Le steamer, de 125 pieds de long avec une carcasse en chêne de 30 pouces d'épaisseur et doublé de greenheart, fut construit en vue de cette exigence. La coque reçut une forme arrondie, calculée de façon que la pression des glaçons, au lieu de s'exercer normalement à la paroi, n'eût d'action que dans un sens oblique, et tendît à soulever le navire (1).

Le *Fram* fut lancé le 26 octobre 1892. Parmi les membres de la future expédition, il convient de signaler le commandant du navire, le capitaine Sverdrup, et le lieutenant Johansen. Le capitaine Sverdrup est né le 31 octobre 1855. Ce marin habile et expérimenté n'est pas un inconnu ; il accompagna Nansen au Grönland ; grâce à son grand sang-froid, il joua dans cette mémorable expédition un rôle si considérable, qu'on doit lui en attribuer en grande partie le succès. Au cours du voyage du *Fram,*

(1) Collin Archer. Dr. Nansen nordpolskib. Norsk Tidsskrift for Sovaesen, 1892, pp. 266-274 et fig. 8.

ce fut encore Sverdrup qui poussa Nansen
pour se lancer en traîneau vers le pôle. Ma
peut-être été moins heureuse.

Fredrik Hjalman Johansen, lieutenant d
en 1867, est un des plus forts gymnastes
de Norwège. Il fut le compagnon de Nanse
course sur la banquise. Pendant l'hivernag
*Joseph*, il faillit être tué par un ours bla
point par son camarade le sauva.

Nansen comptait qu'en faisant un tra
deux milles par jour, il atteindrait l'Atlant
ans : mais en vue de parer à toutes les e
provisions, vivres et charbon, pour cinq an

On embarqua aussi, faut-il le dire p
expédition polaire, des patins, des train
(canots pontés grönlandais) : les chiens, a
taine, ne furent achetés qu'à Chaborava (il

Notons enfin l'installation, à bord du
vent pour la production de la lumière éle
répondit entièrement à l'attente des explor

Voilà la genèse et l'organisation de l'e
dangereuses pérégrinations à travers la me

Le *Fram* quitta Christiania le 24 juin 18
voyage le long de la côte, il s'éloigna de V
la matinée : il arrivait le 29 du même mois
détroit de Jugor, qui sépare l'île de W
Depuis Vardö, la traversée s'était accom
conditions, malgré les vents et les brouil
glaces avaient été rencontrées le 27 juill
50° long., à 16 kilomètres environ de l'île
teur était plein d'espoir pour le succès
comptait arriver à l'archipel de la Nouve
mois d'août 1893. " Si je parviens à attein
il, le succès est assuré ". L'événement est
prédiction.

Nansen leva l'ancre le 3 août à 11 1/2 h
lors on n'avait plus eu de lui que de "
pigeons et ballons aperçus à différentes r
le 13 février de cette année, le fameux t
koutsk, ville de la Sibérie orientale. L
Kouchnareff, qui recherche de l'ivoire de
îles de la Nouvelle-Sibérie, annonçait que

le pôle Nord, et y avait découvert une terre. On n'est pas encore fixé sur les faits qui ont donné lieu à l'envoi de ce télégramme. Il n'a plus l'ombre d'un intérêt d'ailleurs, mais il montre, une fois de plus, avec quelle réserve il faut accepter ces dépêches sensationnelles.

Le *Fram* traversa la mer de Kara, où la glace mince et peu compacte ne présentait pas d'obstacles, longea la côte sibérienne, et se trouva le 15 septembre 1893 au large de l'embouchure de l'Onelek, fleuve situé à l'ouest de la Léna. Le projet de Nansen comportait l'embarquement en ce point de quelques chiens; mais la saison était trop avancée pour toucher terre, et l'explorateur aurait pu se voir forcé d'hiverner. Il semble qu'on ne doive pas regretter ce contre-temps; car, même si Nansen avait eu un plus grand nombre de chiens, il n'eût pu pousser plus loin son exploration vers le pôle.

Arrivé au nord des îles de la Nouvelle-Sibérie, le *Fram* navigua dans une mer libre de glaces jusqu'au 22 septembre. Il y avait à peine un mois qu'il avait franchi le détroit de Jugor. C'est la preuve d'un été fort doux dans ces parages, en 1893. A la date du 22 septembre, par 78° 50′ lat. et 133° 37′ long., le navire entra dans la banquise et fut amarré à un grand glaçon. D'après les prévisions de Nansen, on alla lentement à la dérive vers le nord et le nord-ouest.

Le 18 juin 1894, l'expédition se trouvait par 81° 52′ lat. On fut alors poussé vers le sud. Mais le 21 octobre, le 82e parallèle fut enfin dépassé. La nuit de Noël, Nansen atteignit 83° lat., et quelques jours après 83° 24′ lat., qui est la plus haute latitude à laquelle un explorateur polaire soit parvenu.

Le 4 et le 5 janvier 1895, le *Fram* fut exposé à des pressions excessivement violentes. A chaque instant d'énormes glaçons venaient s'amonceler avec fracas contre la glace qui l'étreignait, menaçant sans cesse de le broyer ou de l'ensevelir. Les explorateurs se hâtèrent de porter sur la glace des provisions, les kayacks en toile à voile et une grande partie de leur équipement; ils entrevoyaient la nécessité d'abandonner le navire et de continuer le voyage en dérivant sur un glaçon. Mais le *Fram* sortit vainqueur de la lutte. Alors que la pression se faisait sentir avec le plus de violence et que la glace, tassée sur ses flancs, surplombait les bastingages, il se dégagea lentement de son étreinte sans une éraflure. Après cette expérience, Nansen considéra le navire comme " invincible „ ; et ici encore il eut raison.

Le *Fram* fut poussé rapidement vers le nord. Le croyant arrivé au point le plus septentrional de sa dérive, au nord de la Terre François-Joseph, l'explorateur, sur les instances du capitaine Sverdrup, prit la résolution de quitter le navire. Il se proposait d'explorer l'océan Arctique plus au nord, d'atteindre la plus haute latitude possible, et finalement de rallier, par la Terre François-Joseph, le Spitzberg, où il était à peu près sûr de trouver quelque bâtiment. Tentative pleine de risques et de dangers, car Nansen prévoyait la dérive vers le sud, et dès lors toute chance de rejoindre le *Fram*, au retour, était perdue.

Le 3 mars 1895 le *Fram* se trouvait par 84° 4 lat., et le 14 mars par 83° 59 lat. et 102° 27' long. C'est en ce point, où la glace était très tranquille, qu'après avoir confié la direction de l'expédition au capitaine Sverdrup, Nansen et le lieutenant Johansen qui, de son plein gré, l'accompagnait, quittèrent le navire. On comprend ce que fut cette séparation. Ils avaient avec eux vingt-huit chiens, trois traîneaux, deux kayacks, pour le cas où il se trouverait des passes navigables dans la banquise, cent rations journalières de vivres pour eux, et trente pour les chiens.

Au début du voyage les étapes, toujours faites en traîneaux, furent assez longues et la glace ne parut pas dériver considérablement; le 22 mars, Nansen se trouvait déjà par 85° 10' lat. A partir de ce moment la glace devint plus irrégulière : elle était chassée vers le sud. Le 29 mars, les explorateurs n'avaient atteint que 85° 30' lat. ; la dérive vers le midi se faisait rapide; de toutes parts les glaçons étaient pressés les uns sur les autres et s'amoncelaient. On avait une peine inouïe à avancer avec les traîneaux et leur lourde charge.

Le 4 avril, Nansen se trouvait par 86° 3' lat. Contrairement à ses espérances, la glace, au lieu de devenir plus favorable à la marche, se montrait de plus en plus tortueuse ; le 7 avril par 86° 14' lat., donc à 420 kilomètres du pôle, l'explorateur résolut de rebrousser chemin, et le 8 avril, après avoir chaussé ses patins et s'être avancé seul de 12 milles plus au nord, il se dirigea vers la Terre François-Joseph. Le 12 avril, les chronomètres s'arrêtèrent. Comme les étapes journalières étaient longues, il fut impossible aux explorateurs d'estimer la longitude avec la moindre certitude ; leurs évaluations ne furent cependant pas trop inexactes.

Les trous et les irrégularités de la glace allaient se multipliant, à mesure qu'ils marchaient vers le sud ; l'allure s'en ressentit. D'un autre côté les provisions diminuaient rapidement

et l'on fut forcé d'égorger successivement les chiens les plus faibles pour nourrir ceux qu'on voulait épargner. Bientôt la marche devint presque impossible ; la banquise présentait des aspérités sans nombre ; elle était couverte de neige humide, où s'enfonçaient les chiens, les patins et les traîneaux. On n'avançait presque plus. Restait une seule chance de salut, marcher, marcher toujours, en ayant soin de réduire au minimum les rations et des gens et des bêtes.

Nansen s'attendait sans cesse à apercevoir la terre, et il était en droit de l'espérer, car Payer signale une terre par 83° lat. Son espoir ne se réalisait pas. A la fin de mai, il était par 82° 21′ lat. et le 4 juin par 82° 18′ lat. ; il avait dévié le 15 juin vers le nord-ouest et se trouvait par 82° 26′ lat. Il croyait être à la longitude du cap Fligely (archipel François-Joseph), mais pas de terre en vue !

Le 22 juin les explorateurs tirèrent un phoque ; ils décidèrent d'attendre, pour continuer le voyage, la fonte complète des neiges. Leur nourriture consista en chair d'ours blanc et de phoque. Les deux derniers chiens furent nourris le mieux possible de cette dernière viande. Le 23 juillet Nansen put reprendre sa marche et le lendemain, par 82° lat. environ, il vit enfin poindre une terre inconnue. Le 6 août furent découvertes, par 81° 38′ lat., et 63° long. environ (la Terre François-Joseph est comprise dans ces données astronomiques), trois îles entièrement recouvertes de neige qui furent baptisées du nom d'*Iles blanches*. Les explorateurs ne furent plus forcés de sauter de glaçon en glaçon, mais purent naviguer en eau libre le long de ces îles. Ils arrivèrent le 12 août à une terre s'étendant du sud-est au nord-ouest. Ils croyaient se trouver à la longitude du détroit Austria. Comme la topographie de cette terre ne présentait aucun rapport avec celle figurée à cet endroit sur la carte de Payer, ils conclurent, bien à tort on le verra, que leur longitude était absolument fautive et qu'ils étaient arrivés sur la côte occidentale, jusqu'ici inconnue, de la Terre François-Joseph. Ils firent voile à l'ouest à travers un détroit, par 81° 30′ lat., puis au sud-ouest, le long de la Terre (supposée) de François-Joseph, avec l'espoir de pouvoir bientôt se diriger vers le Spitzberg. Pas de terre à l'ouest.

Du 18 au 26 août 1895, Nansen et son compagnon furent bloqués dans la glace ; le 26, ils atteignirent enfin, par 81° 12′ lat., et 56° long., une terre propice à l'hivernage. Nansen crut prudent de s'arrêter et de prendre ses quartiers d'hiver, car il était trop tard pour essayer de franchir la grande distance qui le séparait

du Spitzberg. Avec des pierres, de la terre et de la mousse. l explorateurs bâtirent une cabane avec un toit en peaux de mor recouvertes de neige. Leur seule nourriture fut désormais de chair d'ours blanc cuite ou crue et du lard de phoque. La grais de phoque servit au chauffage, à l'éclairage et à la cuisson d aliments. En guise de matelas et de couvertures on employa d peaux d'ours. Malgré toutes ses rigueurs, l'hiver se passa sa que la santé de Nansen et de Johansen s'altérât un seul instan

Le printemps ramena le soleil. La mer était libre dans l'oue et le sud-ouest. Après s'être confectionné de nouveaux vêt ments en peaux, ils se disposèrent, le 19 mai 1896, à entrepre dre la traversée vers le Spitzberg. Le 23 mai les explorateu étaient en eau libre de glaces par 81° 5′ lat.; le 3 juin ils étaie assaillis par une tempête. Par 81° lat., une grande terre f aperçue dans l'ouest, et l'on aborda à sa pointe méridional en traversant sur la glace, dans la direction du sud, un gra détroit.

Voyant la mer libre vers l'ouest, Nansen ne voulut pas s'arr ter ; aidé de la voile et de l'aviron il reprit sa marche non sa aborder à la terre qu'il avait déjà foulée. Quelle ne fut pas s surprise de rencontrer le 18 juin des membres de l'expéditio Jackson établie à la côte ? Il apprit alors qu'il était arrivé au ca Flora (au sud de la Terre François-Joseph) et qu'il avait fa barre à travers un détroit situé à l'ouest du détroit d'Austria plus large que celui-ci.

La rencontre des explorateurs norwégiens avec leurs co frères anglais est assez singulière. Le 18 juin, à la pointe d jour, Nansen, dont c'était le tour de faire la cuisine, s'était lev le premier. Tout à coup il entendit des aboiements de chiens en prévint son compagnon de route.

Il fut décidé que Nansen pousserait une reconnaissance au environs.

Pour éveiller l'attention, Johansen planta immédiatement su la tente, faite des deux kayacks et des voiles de traîneaux, un haute gaule en bambou surmontée d'un chiffon blanc. Tro heures plus tard arrivaient le second et plusieurs membres d l'expédition Jackson. L'étonnement fut grand chez les Anglai à la vue de cet étrange solitaire, vêtu misérablement, presqu en haillons. On finit par s'expliquer en allemand. Ce furent d hourrahs répétés, et Johansen de réunir ses hardes et d'emboît le pas de ses visiteurs pour aller rejoindre leur campement.

Lorsqu'il y arriva, il trouva Nansen installé. Après les pr

mières effusions qui suivent nécessairement une aussi extraordinaire rencontre, les Anglais s'étaient empressés de le photographier. Johansen dut se soumettre lui aussi à l'objectif. Ces photographies seront un document précieux pour l'histoire des explorations polaires. Il paraît qu'on ne saurait se faire une idée du sauvage aspect offert en ce moment par les deux explorateurs. Ils n'avaient pas eu l'occasion de se laver depuis quinze mois ; leurs vêtements loqueteux (ils ont été rapportés, à Christiania), étaient couverts de graisse et de sang ; leurs barbes tombaient jusqu'à la ceinture, et leurs chevelures incultes couvraient leurs épaules.

Saluons en passant l'expédition Jackson, que subsidie largement M. Harmsworth, le jeune et richissime propriétaire de plusieurs journaux anglais. Comme elle était à peine projetée au moment de son départ, en juin 1893, Nansen ignorait absolument son existence. Jackson, qui avait voulu faire partie, dans le principe, de l'expédition norwégienne, a quitté Londres le 10 juin 1894, à bord du baleinier écossais le *Windward*. Il se propose, de l'avis de M. Harmsworth lui-même (1), non pas d'atteindre le pôle, mais de réunir un faisceau de données géographiques et scientifiques sur la Terre François-Joseph, où il a débarqué, non sans peines, le 7 septembre 1894.

On se rappellera peut-être que le *Windward* devait rentrer en Angleterre en septembre 1894 ; pris dans les glaces près du Cap Flora, il dut hiverner, et trois hommes de l'équipage moururent du scorbut. De retour en Angleterre en septembre 1895, après une traversée des plus mauvaises, au cours de laquelle le charbon manqua et où l'on dut brûler le mât de hune, les bastingages et même des boîtes de conserve pour alimenter les feux de la machine, le *Windward* est reparti en juin 1896, pour la Terre François-Joseph, sous le commandement du capitaine James Brown, un habitué des mers arctiques depuis 36 ans. Il allait ravitailler Jackson et ses compagnons, et les rapatrier éventuellement. Mais en principe l'explorateur ne doit rentrer que l'année prochaine et tenter cet hiver, après avoir établi ses dépôts de vivres dans les campagnes précédentes, la conquête définitive de la Terre François-Joseph. Son dernier dépôt de vivres a été établi par 81° 20′ lat.

(1) ILLUSTRATED LONDON NEWS, t. CV, juillet à décembre 1894, pp. 50-51.

Après avoir séjourné quelques semaines à Elmwood, dans l'île de Nortbrook, en compagnie de Jackson, et avoir rassemblé les notes de la dernière partie de sa prodigieuse équipée, Nansen quitta la Terre François-Joseph le 7 août à bord du *Windward*, avec quatre membres de l'expédition anglaise. Grâce à l'habileté avec laquelle le capitaine Brown manœuvra son navire dans la banquise, pendant cinquante-deux heures, entre 50° et 55° long., le voyage fut exceptionnellement court et agréable jusqu'à Vardö, la porte de la Norwège sur l'océan Glacial. On entra dans ce port le 13 août 1896 à quatre heures de l'après-midi.

Le capitaine Brown avait reçu l'ordre de se conformer, à partir de Vardö, aux désirs de Nansen. Celui-ci a quitté cette localité le 17 août, à huit heures du matin, en destination d'Hammesfest.

Et le *Fram* ? Qu'est-il advenu de ce vaillant, perdu de vue depuis si longtemps ? En attendant qu'on puisse tracer exactement son itinéraire sur la carte, constatons que Nansen l'a quitté le 14 mars 1895 et que le navire est arrivé à Skjervö, petit port situé dans le fjord de Knävang, entre Hammesfest et Tromsö, le 20 août 1896. Pendant dix-sept mois donc il a navigué sous les seuls ordres de Sverdrup. C'est presque une *seconde* exploration qui vient se greffer sur celle de Nansen.

Après le départ et d'après les prévisions de l'explorateur, le *Fram* fut lentement poussé par les glaces vers le nord-ouest, et à la fin d'avril dans la direction de l'ouest. Le 22 juillet, il était par 84° 50′ lat. et 73° long. Pendant l'été, qui se passa sans incident, les vents du sud-ouest et de l'ouest firent reculer le *Fram* vers le nord-est. A la fin de l'automne, les vents redevinrent favorables, la température ne fut pas plus rigoureuse que l'hiver précédent, et la marche vers le sud-ouest fut excellente jusqu'au mois de février 1896.

Le 16 octobre 1895 le navire se trouva par 85° 57′ lat. et 60 long. C'est la latitude la plus septentrionale qui ait été *relevée* au cours du voyage. Mais la marche vers le nord a continué quelque temps encore, sans qu'on ait pu faire d'observation exacte. On peut dire que le *Fram* a dépassé le 86e parallèle. Bientôt la dérive vers le sud commença. Le 1er janvier 1896, le bâtiment se trouvait par 85° lat. ; mais en ce moment le mouvement des glaces devint presque nul et, depuis la mi-février (84° 20′ lat. 24° long.) jusqu'en mai, le *Fram* se déplaça de dix milles seulement vers le sud. La glace avait commencé à se fondre ver

le 15 mai. En juin, le navire fut dégagé des glaçons qui l'entouraient, mais ce n'est que le 19 juillet, par 83° 14′ lat., et 14° long. que la banquise s'est trouvée assez largement ouverte pour qu'on pût mettre sous vapeur. Le 13 août, par 81° 32′ lat., et 11° 40′ long., le navire est enfin entré en eau courante au nord-ouest du Spitzberg. A bord on était toujours dans l'ignorance du sort de Nansen et de Johansen.

Après avoir rendu visite le 14 août à M. André, établi à Danes Island, et qui a dû renoncer pour cette année, à cause des vents contraires, à sa tentative d'atteindre le pôle nord en ballon, le capitaine Sverdrup a mis le cap sur Skerjö, où il a abordé, nous l'avons dit, le 20 août 1896. Il a été rejoint par Nansen, qui quitta définitivement le *Windward*. Tous les membres de l'expédition ont fait ensemble leur entrée triomphale à Christiania.

Pour rester fidèle à la bonne réputation de bâtiment invincible qu'il s'était faite, jusqu'au jour où Nansen le quitta et, peut-être aussi, pour déjouer les mesures de précaution prises par le capitaine Sverdrup qui, par crainte d'incendie ou d'autre accident, avait fait déposer en tas sur la glace les provisions de bouche, les armes, les munitions, etc., le *Fram*, ce chef-d'œuvre naval du constructeur Colin Archer, de Lauvik, est sorti vainqueur jusqu'au bout de sa lutte contre la banquise. Il est rentré en Norwège, la peinture à peine abîmée, prêt à reprendre incontinent le chemin du pôle. Il rapporte en effet des provisions pour trois ans, 50 à 60 tonnes de charbon et douze chiens qui ont vu le jour au cours du voyage.

Cette fois le triomphe est complet, et l'on a plaisir à résumer, à grands traits, sans pensées sombres et tristes, les diverses phases de cette expédition dont pas un homme, chose unique dans les annales des explorations polaires, ne manque à l'appel.

Nansen donc, quitte Christiania le 24 juin 1893; au commencement d'août il se trouve dans le détroit de Jugor, et à peine un mois plus tard le *Fram* est pris dans les glaces au nord des îles de la Nouvelle-Sibérie, par 78° 50′ lat. et 133° 37′ long.

A dix-huit mois de là (14 mars 1895) l'explorateur quitte son bâtiment, par 83° 59′ lat. et 102° 27′ long., donc à 8° au nord et à 40° à l'ouest environ des îles susdites. On n'avait dérivé à l'ouest que de 460 milles, mais on s'était avancé de 5° vers le pôle.

Le 7 avril, au bout de vingt-quatre jours, Nansen, dont la

marche fut fort rapide, avait franchi 200 milles et arrivait, par 86° 14′ lat., au point le plus septentrional de sa course.

La marche de retour jusqu'aux premières terres de l'archipel François-Joseph (81° 38′ lat., 63° long.), qui semble devoir être le point de départ classique des explorations polaires, dura quatre mois (8 avril au 6 août 1895). Ce parcours de 430 milles environ est l'épreuve la plus fatigante que les explorateurs aient endurée au cours de leur expédition, mais c'est aussi la marche la plus étonnante qui se soit faite dans les mers arctiques.

Comme Nansen s'est avancé dans la Terre François-Joseph jusque 56° long., il a parcouru de l'est à l'ouest, toujours au milieu des glaces, 77 degrés.

Quant au *Fram*, il est resté sans toucher terre pendant trois ans, du 3 août 1893, date du départ de Chaborava, jusqu'au 14 août 1896, jour de l'arrivée au Spitzberg, et pendant quatorze mois consécutifs l'équipage n'a vu trace ni d'ours ni d'oiseaux de mer. Un sentiment singulier s'empara de tous ces hommes d'énergie et de sang-froid. Le voisinage de leurs compagnons leur était à charge, et pour le fuir, ils chaussaient leurs patins, quittaient le navire, et seuls, faisaient de lointaines excursions sur la glace.

On ne doit pas se cacher qu'il est trop tôt pour tirer des conclusions définitives d'une seule exploration dans les régions avancées des mers polaires. On manque de points d'appréciation suffisants. Sans doute le lieutenant Scott Hansen, assisté de Johansen, a fait une remarquable série d'observations météorologiques, magnétiques et astronomiques ; le docteur Blessing a étudié les aurores boréales ; d'autres ont fait des recherches et des collections botaniques et zoologiques, des observations sur la formation et les mouvements de la glace et sur la température sous-marine, des sondages en eau profonde, etc. Mais tous ces documents, appelés, paraît-il, à modifier bien des idées admises sur les régions arctiques, reposent encore dans les cartons.

En attendant que Nansen puisse tracer la caractéristique générale des vastes espaces qu'il a parcourus, et faire connaître les observations scientifiques recueillies au cours de l'exploration et qui sont de grande importance, d'après M. le professeur Mohn, le savant directeur de l'institut météorologique de Christiania, glanons quelques faits modestes mais intéressants.

Tout d'abord les deux grandes idées mères de l'expédition

ont trouvé leur confirmation. On peut construire des navires en état de se soustraire à la pression des glaces. Le *Fram* en est la preuve. D'un autre côté les théories de Nansen, au sujet des courants polaires, sont en grande partie confirmées ; il n'a pas réussi à conquérir le pôle, mais cela n'était pas indispensable au succès de l'expédition ; de l'avis de l'explorateur lui-même, elle a accompli son programme. Le courant qu'il comptait utiliser n'étant pas assez septentrional, Nansen a voulu quitter le navire, lorsqu'il l'a cru arrivé à une latitude qu'il ne pouvait dépasser.

Décision héroïque, dit M. A. de Gerlache, qui lui aurait peut-être coûté la vie, sans la présence providentielle de l'expédition Jackson à la Terre François-Joseph ; mais décision aussi qui lui valut d'approcher à 225 milles environ du pôle et de dépasser par conséquent de 170 milles la latitude la plus septentrionale atteinte par un de ses prédécesseurs.

Il convient d'ajouter que les prévisions de Nansen n'ont pas été exactes en cette occurrence, puisque le *Fram* est arrivé jusque 85° 57′ lat. Nous nous demandons même s'il n'a pas dépassé la latitude atteinte par le chef de l'expédition. Bien que personne ne pût prévoir une situation aussi favorable et que le succès d'une expédition arctique doive se mesurer moins à la latitude atteinte qu'aux résultats scientifiques obtenus, on doit regretter la hâte mise par Nansen à quitter son navire. Au prix de moins d'efforts, et son courage n'étant pas encore affaibli par une longue lutte contre les glaçons, il serait probablement arrivé tout près du pôle, s'il ne l'eût même atteint. La récompense de ses peines et de ses fatigues eût été complète et l'amour propre de son pays entièrement satisfait. On sait, en effet, que les explorateurs polaires supputent les étapes parcourues et qu'il y a rivalité entre nations à qui approchera le plus près du pôle. Jusqu'ici le record, pour parler le langage du jour, appartenait aux Autrichiens et aux Américains. Les voilà détrônés par la petite Norwège ! Parmi les explorateurs qui ont marqué dans l'hémisphère oriental, le plus ancien est William Barents. Le 14 juillet 1594, il aborda, par 77°20′ lat. et 62° long., dans les parages du cap Nassau (nord de la Nouvelle Zemble) ; les derniers venus sont Payer et Weyprecht qui découvrirent, le 12 avril 1874, la Terre François-Joseph, où ils touchèrent par 82°5′ lat. et 60° long.

Dans l'hémisphère occidental, l'exploration la première en date, est due à John Davis ; il atteignit, le 30 juin 1587, la côte

occidentale du Grönland, par 72°12′ lat. et 56° long. O. de Gr.; plus près de nous, il faut citer Lockwood, de l'expédition Greeley: le 13 mai 1882, il arrivait à l'extrémité nord du Grönland par 83°24 lat. et 41° long. O. de Gr. Avant Lockwood, l'amiral Markham (expédition sir George Nares), s'était trouvé, en 1876, par 83°20′ 26″ lat.

Au-dessus de toutes ces tentatives plane, incomparablement supérieure par la hardiesse et l'originalité de la conception, et par son étonnante issue, le voyage de Nansen. Il a soulevé une partie du voile qui soustrait, à la curiosité humaine, les régions polaires, où se sont déjà perdues tant de vies humaines, et il couronne dignement l'œuvre d'exploration entreprise depuis plusieurs siècles. La conquête définitive du pôle nord, c'est-à-dire de la mer libre, ou de la vaste étendue quelconque, terre ou eau couverte de glace, qu'on suppose exister en ce point, et que tant d'expéditions malheureuses avaient fait qualifier d'entreprise chimérique et irréalisable, cette conquête, disons-nous, semble proche, si tant est que la science la croie encore indispensable. Et c'est à Nansen que revient l'honneur d'avoir montré la voie directe à suivre, pour les explorations polaires futures, soit qu'on parte en traîneau de la Terre François-Joseph, soit qu'on abandonne son navire aux courants arctiques au nord de la côte d'Asie.

Parmi les données dont l'expédition norwégienne vient d'enrichir le domaine géographique, il convient de citer la découverte d'une île dans la mer de Kara, et d'un bon nombre d'autres le long de la côte Sibérienne jusqu'au cap Tschzeliuskin. En longeant cette côte, Nansen croit avoir trouvé la preuve certaine que le nord de ce pays n'a pas été recouvert autrefois d'un « Inlandsis », de grande étendue.

Au nord du 82e parallèle, on n'a aperçu aucun indice de l'existence d'une terre : la banquise paraissait dériver sous le vent sans rencontrer d'obstacle. Jackson s'étant trouvé dans une eau libre de glace au nord de la Terre François-Joseph, et la marche du *Fram* ayant suffisamment fait ressortir son insularité, on peut supposer, que s'il existe des terres autour du pôle, ce ne sont guère que des îles. C'est l'hypothèse qui a cours dans la science. On croyait généralement les eaux fort peu profondes dans le bassin du pôle. Mais il résulte des constatations de Nansen que, si la sonde a rencontré le fond de la mer à 90 brasses (150 mètres) au sud du 79e parallèle, en revanche au nord de ce même parallèle, elle est descendue jusque 1500 et

1900 brasses (3800 mètres). Le capitaine Sverdrup de son côté a relevé, après le départ de l'explorateur, et lorsque la glace l'a permis, des profondeurs de 3400 à 4000 mètres ; toutefois vers le Spitzberg, il y avait beaucoup de bas-fonds.

Les explorateurs ont constaté absence complète de vie organique au fond de la mer.

La température des eaux marines n'a guère varié pendant tout le cours du voyage dans la région des glaces; toutefois, à 100 brasses sous les couches glacées de la surface on reconnut l'eau plus chaude et plus salée du Gulfstream, qui marquait jusque + 0°5 C.

Pendant l'hiver de 1893-1894, la température descendit rapidement et resta uniformément basse tout l'hiver ; on releva jusque — 52° C. Le mercure des instruments fut congelé durant des semaines. Ce grand froid n'altéra pas la santé des membres de l'expédition. La température se maintint très basse au cours de l'excursion particulière de Nansen ; pendant une vingtaine de jours elle descendit presque constamment à — 40° C. Quand le vent soufflait, les explorateurs trouvaient le froid excessif ; rien d'étonnant, à dire vrai, puisqu'ils avaient abandonné leurs fourrures pour diminuer les charges à traîner, et n'étaient vêtus que de légers, mais bons effets de laine. En mars, le thermomètre varia de — 24° à — 45° C.; en avril de — 20° à — 38° C.

Selon l'attente de Nansen, la dérive vers le nord-est a été plus rapide en hiver et au printemps qu'en été, époque à laquelle les vents du nord arrêtèrent presque complètement le *Fram*.

Nous reconnaissons que ce ne sont là que des détails, mais on n'en sait pas plus pour le moment. Il semble toutefois que l'expédition de Nansen fournira une ample moisson de renseignements à diverses sciences : géographie, météorologie, océanographie, etc.

L'essentiel maintenant, c'est qu'une nouvelle expédition soit armée, qui mette à profit la leçon qui se dégage de celle de Nansen. Tandis que des dépôts de vivres seraient formés en divers points de la Terre François-Joseph, deux bâtiments, construits sur le modèle du *Fram*, partiraient l'un du détroit de Behring, l'autre des îles de la Nouvelle-Sibérie, pour s'abandonner aux caprices de la banquise. Leur marche parallèle ferait peut-être connaître la largeur du courant polaire. Mais il ne faudrait plus qu'on se bornât à une seule excursion particulière comme celle de Nansen. En trois ou quatre points différents de la marche, de petites colonnes composées de deux vaillants

devraient se lancer vers le pôle en traîneaux et kayacks. Ces mouvements combinés donneraient sans doute de précieux résultats et peut-être quelqu'un de ces groupes atteindrait-il le pôle.

Ce sont de nouveaux sacrifices d'hommes et d'argent, dira-t-on, et la science, après le triomphe de Nansen, ne les réclame pas. Nous n'y contredisons pas, mais ne faut-il pas compter avec l'obstination, nous allions dire avec la faiblesse humaine? Les nations, comme les individus, semblent éprises du désir d'atteindre le pôle et décidées à ne suspendre leurs armements qu'après le succès final. On aurait tort d'enrayer ou de briser cet élan, auquel rien ne coûte, et qui flatte l'amour propre national.

Concluons par cette réflexion de M. A. de Gerlache: l'expédition Nansen a absorbé 500.000 fr., mais il n'est pas un seul Norwégien qui trouve trop élevé ce prix de l'auréole de gloire dont la Norwége s'est couronnée.

F. Van Ortroy,
capitaine de cavalerie.

## II.

## DIPLOMATIE

### D'IL Y A TRENTE-TROIS SIÈCLES

En janvier et juillet 1889, nous avons donné aux lecteurs de cette *Revue* l'idée des documents cunéiformes de Tell el-Amarna: nous l'avons fait autant qu'il était possible alors, avec des informations très restreintes, et à l'aide de quelques pièces publiées comme échantillons en Angleterre et en Allemagne. On est beaucoup mieux renseigné maintenant qu'on a pu étudier l'ensemble de ces textes dans les recueils mis à la disposition des assyriologues par les musées de Berlin et de Londres, de 1889 (après la publication de nos articles) à 1892, et il ne sera peut-être pas sans intérêt d'en mieux préciser le contenu.

Nous condenserons en quelques pages les résultats d'études

publiées par nous sur ce sujet dans divers recueils (1), études qui embrassent la presque totalité des lettres de Tell el-Amarna, et pour lesquelles nous avons naturellement mis à profit les travaux, notes et indications de plusieurs savants occupés du même sujet (2).

Les documents cunéiformes découverts à Tell el-Amarna, dans la Haute-Égypte (entre Le Caire et les ruines de Thèbes), en 1887, se divisent en deux classes : les lettres adressées au pharaon Aménophis III, à sa veuve Tii (une lettre), et à Aménophis IV, leur fils, par les rois indépendants de l'Asie occidentale, et es lettres envoyées aux mêmes pharaons, parfois à leurs grands officiers, par une foule de chefs du pays de Chanaan, sujets de l'Égypte. Il faut y ajouter les copies, conservées aux archives, d'une lettre d'Aménophis III à un roi de Babylone, et de plusieurs lettres adressées par les autorités égyptiennes à des chefs Chananéens.

L'écriture et la langue des monuments de Tell el-Amarna, jadis Khoutnaton, capitale de l'Égypte sous Aménophis IV, sont celles de Ninive et de Babylone, avec certaines nuances dont nous parlerons dans un autre article. Trois pièces seulement, — et ce ne sont pas comme on devrait s'y attendre, les lettres du roi d'Égypte et de ses officiers, — offrent un idiome différent.

Cette curieuse correspondance, qui date de trente-trois ou trente-quatre siècles, est contemporaine du séjour des Israélites en Égypte; elle semble appartenir à un temps plus voisin de leur exode vers la Palestine que de leur immigration dans la Basse-Égypte. Plusieurs ont même cru y trouver le nom des Hébreux et des Juifs, mais ce point, jusqu'à présent, reste douteux pour nous.

Les lettres de Tell el-Amarna montrent un côté intime et particulièrement intéressant du monde oriental. Avant l'heureuse découverte qui a remis au jour des documents si précieux, on connaissait assez bien l'histoire des pharaons, leurs expéditions en Syrie et ailleurs, et l'état social de leurs sujets Égyptiens à l'époque de nos documents; on possédait des notions assez

(1) Dans les PROCEEDINGS OF THE SOCIETY OF BIBLICAL ARCHÆOLOGY, le JOURNAL ASIATIQUE de Paris, la REVUE DES QUESTIONS HISTORIQUES, et la SCIENCE CATHOLIQUE.

(2) C. Bezold, W. Budge, C. R. Conder, L. Lanstheere, F. Hommel, P. Jensen, C. F. Lehmann, E. Naville, H. Winckler, A. Wiedemann.

étendues sur la civilisation de Babylone; on savait qu'il exist dès lors un royaume de Babylonie, très ancien, un royaume d'A syrie, et, au nord du golfe Persique, un royaume d'Elam dont l armées avaient visité à plusieurs reprises les contrées syrienne on n'ignorait ni l'existence du royaume de Khatti (Héthéen dans la vallée inférieure de l'Oronte et vers le mont Amanus. les querelles de cet État, assez puissant, avec l'Égypte ; on co naissait d'autres principautés notables dans la même région. que l'on savait moins et sur quoi les lettres de Tell el-Amarna o jeté un jour inespéré, c'est la nature et l'étendue des relatio internationales de ces peuples en temps de paix. Si les nouvea documents n'ont pas fait la pleine lumière sur ce point, ils en o augmenté la connaissance à un degré où personne, il y a vin ans, n'aurait osé prédire que nous parviendrions jamais. Il s'ag remarquons-le bien, d'une époque où les nations de l'Euro sont encore enveloppées, pour nos yeux, de ténèbres impén trables. Les lettres des chefs Chananéens et les communicatio qu'ils reçoivent d'Égypte, documents dont il sera traité sépar ment, révèlent avec de surprenants détails, entre autres chose l'organisation d'une province de l'ancien empire égyptien.

L'amitié officielle des souverains s'entretenait par des relatio suivies. Il n'y avait pas, il est vrai, des ambassadeurs à pos fixe, mais un va-et-vient perpétuel de messagers, porteurs d lettres royales, d'Égypte en Alasiya (Chypre, ou la côte en fa au nord d'Aradus ou Rouad), en Khatti, en Sankhar (principau syrienne de site inconnu), en Mitanni (Mésopotamie sud-occide tale), en Arzapi ou Arzama (dans la même région), en Khanigal (non loin du confluent des deux Euphrate), en Babylonie, e Assyrie,— et réciproquement. Souvent un ambassadeur retour chez son maître avec un messager du prince chez lequel il s'e rendu.

Nous envisageons ici, dans leurs relations mutuelles, l pharaons d'une part et les rois asiatiques de l'autre, car l lettres de Tell el-Amarna ne donnent pas de renseignemen directs sur les rapports des rois asiatiques entre eux. Néanmoin on peut affirmer que leur commerce diplomatique était de mêm nature et réglé par les mêmes usages. Plusieurs indices à relev dans la Bible et les inscriptions de Ninive confirmeraient a besoin cette induction. Qu'on se rappelle, par exemple, apr avoir lu les pages suivantes, les relations de Salomon et d'Hira roi de Tyr.

L'envoi de messagers est de règle en certaines circonstances, comme la maladie d'un roi, la naissance ou la mort d'un prince royal, ce qui semble prouver qu'on faisait part de ces événements. Le pharaon lui-même, s'il manque à cet usage, s'expose à des froissements et à des plaintes qu'il doit ensuite calmer par des explications diplomatiques. Cependant, en général, il semble se gêner moins sous le rapport de l'étiquette, alors déjà " en pleine floraison „, suivant l'expression de M. L. De Lantsheere, que ses confrères syriens et mésopotamiens. C'est qu'il est plus puissant qu'eux, et qu'il leur distribue parfois quelques talents d'or, comme à des mendiants, qu'ils sont en réalité, ainsi qu'ils le montrent dans leurs lettres.

Les ambassadeurs, du moins ceux du roi d'Égypte, sont traités magnifiquement ; ils sont admis à la table des princes chez lesquels il se rendaient. Le refus de cet honneur provoque aussi des échanges de notes. Burraburiyas, roi de Babylonie, coupable de ce manque d'égards envers un ambassadeur du pharaon, s'excuse sur une maladie qui l'empêchait lui-même de manger. Recevoir de prime abord l'ambassadeur, régler promptement les affaires avec lui, et le renvoyer aussitôt après accompagné d'un messager, voilà ce que l'on demandait au pharaon, et sans doute ce qu'il exigeait de son côté et qu'on lui accordait toujours, comme le comble de la courtoisie diplomatique. Mais il arrivait au pharaon de bouder, et de faire attendre longtemps.

Cependant, malgré la supériorité du pharaon, les rois asiatiques, en ce qui concerne l'étiquette et les attentions officielles, s'arrogent une parfaite égalité, ou peu s'en faut, dans leurs relations avec lui ; ils la revendiquent comme un droit, quand elle ne leur semble pas suffisamment reconnue ; ils exigent du grand potentat hommage pour hommage. " Pourquoi, lui dit le roi d'Alasiya, ne m'envoies-tu pas à moi des huiles (parfumées), alors que j'ai satisfait tes désirs ? Ne t'ai-je pas envoyé un vase d'huile excellente, à répandre sur ta tête quand tu vas t'asseoir sur ton trône royal „ ?

La forme des lettres adressées aux pharaons par les monarques orientaux est toujours la même. Elles débutent de la manière que voici :

" Au roi du pays du Miçri (Égypte), mon frère, il est parlé en ces termes : Le roi du pays d'Alasiya, ton frère. Il y a salut (= paix, prospérité) pour moi. A toi salut. A ta maison, à tes

femmes, à tes enfants, à tes chars, à tes nombreux soldats, à tes terres, à tes officiers, salut soit à un haut degré. „

De même une lettre du roi d'Égypte :

" A Kallimma-Sin, roi du pays de Karduniyas (Babylonie), mon frère, il est parlé en ces termes : Nipmuaria (Aménophis III), grand roi, roi du pays de Miçri, ton frère. Il y a salut chez moi. Qu'il y ait salut chez toi. Salut soit à un haut degré à ta maison, à tes femmes, tes enfants, tes officiers, tes chevaux, tes terres. Il y a salut pour moi ; il y a salut à un haut degré pour mes femmes, mes enfants, mes officiers, mes chevaux, mes chars, mes nombreux soldats, et dans mes terres, il y salut à un haut degré. „

Les autres rois se contentent de dire qu'ils vont bien ; ils ne s'étendent que sur les vœux formulés pour le roi d'Égypte. Une fois seulement, Burraburiyas, roi de Babylonie, parle de l'état de sa personne et du reste comme Aménophis III. Les chefs inférieurs, en écrivant au pharaon, ne poussent pas la familiarité jusqu'à dire que tout est pour le mieux chez eux.

Aménophis III prend le titre de grand roi, et ne l'accorde pas au roi de Babylonie. Les souverains qui correspondent avec lui le lui donnent toujours. Un roi d'Assyrie, Assuruballit, dont nous possédons une lettre adressée au pharaon, s'arroge cette qualification de grand roi; de même, plusieurs fois, Dusratta, roi de Mitanni. Le roi d'Alasiya dont on a dix lettres, la plupart en bon état, ne se l'attribue jamais, non plus que les rois Babyloniens, à en juger par celles de leurs lettres dont l'en-tête est conservé intégralement.

Dans les lettres de Tell el-Amarna, les égaux se traitent de frères, les rois comme les autres, ainsi qu'on l'a vu dans les extraits cités. Un supérieur reçoit le titre de père, et l'inférieur celui de fils, quand la distance de l'un à l'autre n'est pas censée trop grande. C'est le cas pour le roi d'Égypte et plusieurs roitelets syriens ; c'est le cas aussi pour les grands officiers égyptiens et les préfets chananéens, tandis que ces derniers et les fonctionnaires égyptiens de moindre importance se nomment frères. Mais les chefs Chananéens sont les serviteurs du roi d'Égypte, la poussière de ses pieds, la poussière de dessous ses sandales ; ils proclament de toute façon leur bassesse, tandis que le roi d'Égypte est leur seigneur, leur dieu, leur dieu Soleil.

La dynastie de Mitanni (Mésopotamie occidentale) avait donné non pas de simples femmes de harem, mais des épouses de premier rang, sinon des reines, aux pharaons Aménophis III et

Aménophis IV. De là une particularité qui distingue les suscriptions de Dusratta, dont voici un exemple :

" A Nimmuaria (Aménophis III), grand roi, roi du pays de Miçri (Égypte), mon gendre, qui m'aime et que j'aime, il est parlé en ces termes : Dusratta, grand roi, ton beau-père qui t'aime, roi de Mitanni, ton frère. A toi salut. A ta maison, à ma sœur et au reste de tes femmes, à tes enfants, à tes chars, etc. salut soit à un haut degré. "

Les mots gendre et beau-père ont ici un sens large. Ce n'est pas une fille, mais une sœur de Dusratta, la princesse Ghiloukhipa, qui avait épousé Aménophis III. Dusratta la considère sans doute comme sa fille en sa qualité de chef de la dynastie mitannienne. Sa fille à lui, la princesse Thadoukhipa épousa Aménophis IV. Ces relations de famille lui donnèrent l'occasion d'écrire à Tii, veuve d'Aménophis III, et mère d'Aménophis IV, une lettre intime, qui commence ainsi :

" A (Tii), maîtresse du pays de Miçri..., en ces termes : Dusratta, roi de Mitanni... Il y a pour moi salut. A toi salut. A (Napkhururia, Aménophis IV) ton fils salut. A Tadhoukhipa... ta bru, salut, etc. "

En dehors de la suscription, on s'exprime dans un langage très simple, et sans cérémonie. Griefs diplomatiques et autres, échanges de produits divers, affaires d'or sollicité et de mariages princiers, satisfaction à donner pour trafiquants nationaux pillés ou tués en territoire égyptien, tout cela se traite pêle-mêle. On consacre peu de phrases à chacun de ces objets, L'ambassadeur qui apporte une lettre est apparemment chargé d'en développer et d'en appuyer le contenu. Les lettres se terminent d'ordinaire sans formules cérémonieuses, par l'énumération des présents envoyés. Cette partie fait défaut dans la lettre d'Aménophis III au roi de Babylonie, Kallimma-Sin, dont le pharaon était mécontent.

Les monarques asiatiques écrivent très familièrement au potentat de la vallée du Nil. A l'occasion ils le grondent avec amertume, ce que nous avons vu par une lettre du roi d'Alasiya. S'ils sentent sa puissance, s'ils sont éblouis de son or, ils ne le reconnaissent pas pour un être surhumain, pour le dieu Soleil, fils du Soleil. à la façon de ses sujets Égyptiens et des cheiks de Chanaan. Parfois on le traite comme un homme d'affaires du commun. Burraburiyas, roi de Babylonie, écrit à Aménophis IV : " Que mon frère m'envoie beaucoup de bon or que je puisse employer pour mes ouvrages. Et pour l'or que mon frère m'envoie,

qu'il ne s'en repose sur aucun *trésorier* [2]. Que mon frère le voie, que mon frère le scelle et l'expédie. L'or que mon frère a envoyé précédemment, et que le *trésorier* [2] de mon frère avait scellé et expédié, sans que mon frère en fût témoin, x mines qu'on m'apportait pour objets à fabriquer, quand j'en vérifiai le poids, ne se trouva pas complet ». Burraburiyas semble battre le roi d'Égypte sur le dos d'un de ses employés.

Aménophis III lui-même, dans sa lettre à Kallima-Sin, la seule qui émane directement d'un pharaon dans la collection de Tell el-Amarna, oublie qu'il est fils d'Ammon. Il parle comme un mortel, mais aussi, il est vrai, comme le plus fort de tous : il impose ses volontés au roi de Babylonie. Plus de gratification pour Kallimma-Sin, s'il ne plie pas, surtout s'il refuse la princesse demandée pour le harem d'Aménophis III ou de quelque prince de sa maison : plus d'ouvrage sans doute aussi dans ce cas pour Kallimma-Sin, dont les orfèvres travaillaient pour le roi d'Égypte, avec de l'or envoyé par ce dernier, ainsi que le feront dans la suite ceux de Burraburiyas.

L'histoire de cette négociation matrimoniale est curieuse. Kallimma-Sin voulait bien accorder une princesse babylonienne, à la condition toutefois de recevoir en échange une fille des pharaons. Mais cet honneur lui fut refusé comme incompatible avec la règle, oubliée plus tard en faveur de Salomon, de ne jamais marier de princesse pharaonique en dehors de l'Égypte. Kallimma-Sin répondit d'abord avec fierté que si le pharaon gardait sa coutume, lui-même garderait sa fille. Puis songeant que c'était renoncer à un commerce lucratif avec l'Égypte, il écrivit sèchement au pharaon qu'il pouvait faire prendre la princesse. Voilà, je pense, un des plus anciens mariages politiques, ou plutôt commerciaux, dont l'histoire fasse mention.

Il se produisit à cette occasion un incident baroque, dont l'histoire se dégage de la lettre d'Aménophis III. Une sœur de Kallimma-Sin avait été donnée par son père à ce pharaon. Or Kallimma-Sin ayant une fois chargé des messagers qu'il envoyait en Égypte, de voir sa sœur et de l'entretenir en son nom, aucun d'eux ne put la reconnaître dans la personne qui leur fut présentée. Kallimma-Sin s'autorisa aussi de ce désagrément pour refuser la princesse que lui demandait Aménophis III. « Tu veux ma fille pour mariage, lui écrivit-il, et cependant ma sœur, que mon père t'a donnée par bienveillance pour toi, personne maintenant (parmi mes messagers), qu'elle vive ou qu'elle soit

morte, ne l'a vue. „ Au dire d'Aménophis, cela ne prouvait rien, car, assurait-il, parmi les messagers nul n'avait connu personnellement la princesse babylonienne, ni ne pouvait constater son identité. Si Kallimma-Sin voulait que sa sœur fût reconnue, il n'avait qu'à mieux choisir ses hommes. Mais Kallimma-Sin ne veut rien entendre. Etait-ce parti pris ? Il répond qu'à la place de sa fille on présentera à de nouveaux envoyés une femme du pays de Gagaya, ou de Khanigalbi ou d'Ugarit, et qu'on n'y verra pas plus clair. On ignore ce qu'il en advint. Ce qui semble certain, c'est que la femme en question avait eu, malgré la noblesse de sa famille, une position assez effacée dans le sérail pharaonique.

Tout autres, à en juger par les lettres de Dusratta, étaient, en son temps, les relations de famille entre les maisons royales d'Égypte et de Mitanni, bien qu'elles eussent commencé par des refus semblables à ceux de Kallimma-Sin. Nous sommes renseignés sur ce dernier point aussi par Dusratta, qui écrit à Aménophis IV :

“ Le père de Nimmuria (d'Aménophis III), envoya un message à Sitatama, mon aïeul, lui demandant une fille, et mon aïeul refusa. Cinq fois, six fois, il lui envoya message, et il ne la donna point. Il envoya (un septième message), et il la donna à peine. Ensuite Nimmuriya, ton père, envoya message à Su... (mon père) ; il demanda en mariage la fille de mon père, ma sœur à moi. (Il envoya message) quatre fois et mon père ne la donna point. Il envoya message cinq fois, six fois, et mon père la donna à peine. „

Dusratta se montra plus coulant. En effet, il ajoute : “ Nimmuriya m'ayant envoyé un message et demandé ma fille, j'écoutai favorablement, je consentis, et je dis devant son messager : Je la donne moi. „ Et Tadoukhipa partit pour l'Égypte, emportant comme dot une foule d'objets précieux, dont la liste, envoyée par son père, a été retrouvée parmi les lettres de Tell el-Amarna.

Dans sa correspondance avec Aménophis III, Dusratta déborde d'enthousiasme à ce sujet ; il s'évertue à démontrer la joie sincère qu'il en éprouve, et l'amitié qu'il a vouée, comme ses pères et plus que ses pères, au roi d'Égypte. Sa chanson revient toujours au même refrain : Donne-moi de l'or, donne-moi tel ou tel objet précieux. Il est évident que, dans sa pensée, la riche dot de Tadhoukkipa n'avait été qu'un prêt usuraire.

Dusratta, si empressé de donner sa fille pour Aménophis IV,

envisageait-il les mariages égyptiens d'un autre œil que ses pères et que Kallimma-Sin, plus durs à la détente ? Je ne le pense pas. Je suis porté à croire, vu la nature de ces alliances, dont le prix dépendait en partie de la bonne volonté du pharaon, qu'on se hâtait d'y consentir ou qu'on se faisait tirer l'oreille suivant les cas, par calcul, pour donner plus de valeur marchande aux princesses convoitées.

Les mobiles intéressés, décorés du beau nom d'amitié, qui inspirent les monarques asiatiques, se manifestent surtout dans les lettres à Aménophis IV lors de son avènement au trône.

Un roi de .. *ti* (Khatti ?), après les salutations d'usage, lui dit :

" Les messagers que j'ai envoyés à ton père et les désirs que ton père m'a exprimés dans nos communications, tu *(les sais ?)*. Faisons de même. Je n'ai rien refusé. Tout ce que ton père m'a dit, je l'ai exécuté. En fait de choses que j'ai demandées à ton père, il ne m'a rien refusé.

„ Maintenant que ton père est décédé, ce qu'il me faisait parvenir, pourquoi, ô mon frère, me le refuserais-tu ? A présent mon frère, tu es monté sur le trône de ton père ; et comme ton père et moi nous avons échangé les dons entre nous, à présent aussi, toi et moi, usons-en entre nous, constamment, avec amitié, et nos désirs, suivant ce que j'avais proposé à ton père, et que je propose maintenant à mon frère, satisfaisons-les constamment l'un envers l'autre. „

Même langage, en l'occurrence, de la part de Burraburiyas de Babylonie, qui avait déjà reçu, probablement après sollicitation, deux mines d'or d'Aménophis IV, mais trouve cette avance insuffisante, et en demande beaucoup plus pour un ami dévoué à l'Égypte par tradition de famille.

Dusratta, roi de Mitanni, dont la fille Tadoukhipa avait épousé Aménophis IV, n'est pas lui-même très rassuré sur les dispositions de son gendre bien-aimé. Il rappelle au nouveau pharaon les liens d'amitié qui l'unissaient, lui Dusratta, à Aménophis III ; il lui avait, dit-il, montré dix fois plus de dévouement que les précédents rois de Mitanni aux pharaons leurs contemporains ; il lui avait accordé, sur la première proposition faite, la main de sa fille Tadoukhipa pour Aménophis IV ; Aménophis III et Dusratta ne s'étaient jamais rien refusé l'un à l'autre ; jamais Aménophis III n'avait trompé Dusratta, et " n'avait fait de parole non-parole „. Le jour où le roi de Mitanni avait appris la mort de

son vieil ami, il avait pleuré. Il s'était écrié : " Puissé-je mourir' moi. Et celui que j'ai aimé, puisse-t-il vivre avec la divinité „!

Tant d'attachement méritait bien un salaire. Aussi le nouveau pharaon est-il instamment prié, et il semble que ce ne soit pas pour la première fois, d'acquitter un arriéré de présents que son père avait promis à un ami si fidèle, et que la mort ne lui avait pas laissé le temps de lui faire parvenir.

Dusratta écrit aussi dans le même but à la vieille reine Tii veuve d'Aménophis III et mère d'Aménophis IV, la lettre dont le commencement a été cité plus haut ; il lui rappelle les promesses de feu son mari et la conjure d'en favoriser l'exécution.

Grande était donc, en ces siècles reculés, la puissance des pharaons en Asie. Si leur empire proprement dit se terminait à la frontière septentrionale du pays de Chanaan ou s'étendait peu au delà, la fascination de l'or et les avantages accordés ou refusés, selon leur bon plaisir, au commerce des souverains et des peuples avec l'Égypte, leur assuraient une sorte de suzeraineté sur tous les royaumes jusqu'aux frontières d'Arménie et de Médie. Peut-être même leur influence dépassait-elle ces limites, car rien ne nous autorise, pour le reste, à argumenter du silence des lettres de Tell el-Amarna, source d'informations nécessairement incomplète.

Les rois de Ninive et de Babylone tendent alors la main au pharaon. Personne ne s'imagine qu'ils viendront tour à tour, aux VIIe et VIe siècles avant notre ère, dévaster l'Égype et enlever de force un or dont ils obtiennent pour le moment quelques parcelles à force de prières.

Ainsi, il y trente-trois ou trente-quatre siècles, le précieux métal abonde en Égypte, tandis que l'Asie antérieure en paraît médiocrement fournie. Il en sera de même longtemps encore dans cette dernière région, à en juger par les indications très significatives des inscriptions assyriennes.

En effet, les rois de Ninive, devenus conquérants, n'auront rien de plus agréable que de marquer parmi les dépouilles enlevées aux peuples vaincus un article dont ils sont si avides. Or, au XIIIe siècle, un d'entre eux, du nom de Theglatphalasar, qui promène ses armées dans la Mésopotamie septentrionale, dans les régions arméniennes et à l'ouest depuis la Cilicie jusqu'aux rivages de la mer Noire, rencontre rarement l'or sur son passage. Assurnazirpal, Salmanasar II et Samsiraman, au IXe siècle,

ne sont guère mieux récompensés sous ce rapport dans leurs expéditions au nord et à l'est de l'Assyrie ; les deux premiers trouvent en revanche la Mésopotamie occidentale et les contrées syriennes mieux pourvues du produit. Ramannirar III saisit plus de 4 000 kilogrammes d'or dans le palais du roi de Damas, au commencement du VIII^e siècle. A la fin du VIII^e siècle, sous Teglatphalasar III et sous Sargon, que l'on voit guerroyer depuis la Médie jusqu'à la Cappadoce et l'Égypte, l'or figure plus souvent sur les listes de tributs, ce qui permet à Sargon d'en consacrer plus de 4 500 kilogrammes aux divinités de Babylone. Cet or vient principalement d'Égypte, de Syrie, et de Chaldée. Si l'on se rappelle que l'Égypte tirait l'or non seulement d'Éthiopie (Nubie), où elle possédait des mines, mais encore du Yémen et de la côte de Sofala, si l'on se rappelle en outre que les flottes de Salomon et d'Hiram allaient le chercher dans la même direction, et que la Bible célèbre plus d'une fois l'or de l'Arabie, on conclura que la diffusion de ce métal a procédé du sud au nord dans l'ancien monde asiatique. Le même courant persiste jusqu'à la période gréco-romaine.

A. J. DELATTRE, S. J.

# BIBLIOGRAPHIE

## I.

COURS DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE ET DE GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE par M. D'OCAGNE, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées, Répétiteur à l'École polytechnique. — Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896. In-8° de XI-428 p., 340 fig. dans le texte.

Cet ouvrage reproduit la matière du cours que l'auteur professe à l'École préparatoire de l'École des Ponts et Chaussées et contient en outre une foule de développements propres à intéresser les ingénieurs et les professeurs d'analyse. Il est divisé en deux parties : La première, intitulée *Géométrie descriptive*, comprend les projections cotées, la perspective axonométrique, les ombres et la perspective ; la seconde est consacrée à la *Géométrie infinitésimale* des courbes planes, des courbes gauches et des surfaces.

Voici un aperçu sommaire des questions traitées, avec quelques remarques :

I. GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE. 1. *Projections cotées.* Point, droite, plan ; corps ronds ; surfaces topographiques. — 2. *Perspective axonométrique ;* 1° plane ; construction des coniques, 2° de l'espace : droite, plan, solides. Identité des perspectives axonométriques et des projections obliques ; application à l'architecture. Ce genre de perspective est envisagé ici à un point de vue nouveau peut-être, comme mode de représentation plane des figures de l'espace ; l'auteur en donne une théorie complète, indépendante de la perspective ordinaire. — 3. *Théorie des ombres usuelles.* 1° Généralités. 2° Ombres propres. 3° Ombres portées sur des plans, ou 4° sur d'autres surfaces. — L'auteur signale la règle très simple à laquelle il a ramené la distinction

des parties ombrées d'un polyèdre, et la méthode générale dérivée de la perspective axonométrique pour la construction des ombres portées sur des plans. — 4. *Perspective linéaire.* 1° Généralités. 2° Perspective du géométral ; tracé d'une droite joignant un point au point de rencontre inaccessible de deux droites données. 3° Perspective de l'espace. Au début de ce chapitre, M. d'Ocagne indique avec soin le but et le caractère de la perspective géométrique et combat des idées fausses très répandues sur la prétendue inexactitude des tracés perspectifs.

II. Géométrie infinitésimale. Cette partie de l'ouvrage est un exposé méthodique de la théorie infinitésimale des courbes et des surfaces, où l'auteur a introduit une rigueur à laquelle on n'est pas habitué dans les ouvrages qui traitent *géométriquement* les questions relatives aux tangentes, aux plans tangents et à la courbure. On y rencontre divers points traités d'une manière originale (détermination de normales et de centres de courbure, démonstration du théorème de Malus, courbure des héliçoïdes gauches). Voici le sommaire de cette deuxième partie. *Préambule :* Rappel de définitions et de principes relatifs aux infiniment petits et aux différentielles. — 5. *Courbes planes.* Principes généraux. Applications : normales ; enveloppes de droites ; centre de courbure ; cinématique. — 6. *Courbes gauches.* Principes généraux ; hélice. — 7. *Surfaces en général.* Plan tangent, normale. Courbure des lignes tracées sur une surface. — 8. *Surfaces spéciales.* 1° Enveloppes de sphère. 2° Surfaces gauches (théorie générale ; surfaces gauches ayant un cône directeur de révolution ; héliçoïdes). 3° Surfaces développables (théorie générale ; surfaces développables à cône directeur de révolution ou surfaces d'égale pente).

Comme on le voit, d'après cette courte analyse, l'ouvrage de M. d'Ocagne bien qu'écrit plus spécialement pour les ingénieurs ne manquera pas d'intéresser également les professeurs.

J. Neuberg.

## II.

Traité élémentaire de physique expérimentale, par L. N. Van de Vyver, Docteur en sciences physiques et mathématiques, professeur de physique à l'institut supérieur de brasserie et de

distillerie, Répétiteur à l'université de Gand. — 1 vol. in-8° de 356 pages, 403 figures dans le texte, une planche. — 1897, Gand, librairie générale de Ad. Hoste, rue des Champs, 47.

Ce n'est pas chose aisée que d'écrire un traité élémentaire de physique expérimentale à la fois simple et rigoureux, clair sans prolixité, sérieux sans cesser d'être intéressant pour de jeunes élèves. Celui qui entreprend cette tâche doit être un homme du métier : ses connaissances doivent s'étendre beaucoup au delà de ce qu'il prétend exposer ; il doit posséder à un haut degré le talent de l'exposition nette, méthodique que peut seule donner l'habitude de l'enseignement ; il doit être lui-même expérimentateur et connaître, pour les avoir pratiqués, tous les secrets des manipulations auxquelles il veut initier ses lecteurs.

Les titres scientifiques de M. Van de Vyver et, mieux que cela, ses publications antérieures, en particulier ses excellents *Exercices pratiques de physique* dont nous avons rendu compte ici-même, nous donnent sur tous ces points de sérieuses garanties. Avant d'ouvrir son livre, nous étions certain qu'il serait bon ; nous devons dire, après l'avoir lu, qu'il est excellent.

L'auteur a su condenser très méthodiquement une somme considérable de matières très clairement exposées dans ces 356 pages où il parcourt toutes les parties de la physique : la pesanteur, l'acoustique, la chaleur, la lumière, le magnétisme, l'électricité statique et l'électricité dynamique, donnant à chacune d'elles la part que réclame son importance. M. Van de Vyver a eu la très heureuse idée de montrer, dans une foule de phénomènes naturels vulgaires et dans mille opérations de la vie de tous les jours, l'application des principes et des lois de la physique : plus d'un de ses jeunes lecteurs, sans doute, sera étonné d'avoir fait depuis si longtemps de la physique sans le savoir. Nous le félicitons aussi de n'avoir laissé passer aucun nom propre sans ajouter, en note, quelques mots de biographie. Signalons encore plusieurs pages, disséminées dans l'ouvrage, et qui rappellent très à propos des dispositifs expérimentaux, ou des appareils ingénieux et pratiques, imaginés par l'auteur. Ajoutons enfin que les derniers progrès de la science, même la photographie de l'invisible par les rayons X, ont trouvé place dans son livre. Le traité de M. Van de Vyver s'adresse immédiatement à ses élèves de l'Institut supérieur de brasserie ; mais il convient parfaitement, non seulement aux élèves des Écoles industrielles, mais encore aux élèves de l'enseignement moyen ; nous souhaiterions que tous les rhétoriciens,

quittant le collège pour entrer à l'université, eussent étudié sérieusement ce petit volume : ceux même qui se destinent à une carrière scientifique y trouveraient une très bonne préparation.

J. THIRION, S. J.

## III.

CHALEUR ET ÉNERGIE, par E. ARIÈS, Chef de bataillon du Génie *(Encyclopédie des aide-mémoire)*. — 1 vol. in-8° de 167 pages — Paris, Gauthier-Villars et Masson; 1896.

Ce petit volume qui se présente sous les dehors des autres volumes de la même collection, ne leur ressemble nullement par la manière dont il est conçu et le but qu'il poursuit. On s'attend à y trouver un résumé des principes de la thermodynamique où tout le mérite de l'auteur est dans la clarté et la méthode qu'il a su mettre à grouper les notions acquises, les principes admis, les lois connues, les faits constatés; et on y trouve en réalité une étude personnelle, des aperçus nouveaux, des vues originales qui en feront certainement un des volumes les plus intéressants et les plus recherchés de cette utile collection.

Aussi, M. Léauté lui fait-il l'honneur d'une préface; nous ne pouvons mieux faire que d'en transcrire ici les passages principaux, en les accompagnant de quelques mots d'explication.

" Le but de ce volume n'est pas de résumer et de condenser en quelques pages la thermodynamique tout entière, mais d'en présenter les principes sous un aspect nouveau, en les dégageant le plus possible des formules qui les accompagnent habituellement...

„ L'ouvrage, comme son titre l'indique, comprend deux parties : la *chaleur* et l'*énergie*.

„ La chaleur n'est qu'une des formes de l'énergie, mais une forme particulière, et qui joue un rôle prépondérant dans un grand nombre de phénomènes de la nature...

„ Les trois premiers principes de la science de la chaleur ne sont pas nouveaux et remontent à nos plus anciennes connaissances sur la température et la quantité de chaleur „. Voici ces trois principes :

Si deux corps sont en équilibre de température avec un troisième corps, l'expérience nous apprend qu'ils sont aussi en équilibre de température entre eux, ce que l'on exprime en disant qu'ils ont des températures égales.

Les changements thermiques par conduction entre deux corps de températures différentes ne peuvent avoir lieu que dans un sens déterminé.

Étant données trois sources de températures différentes, si l'on met la source de température intermédiaire successivement en rapport avec les deux autres, de manière à lui faire subir deux changements inverses qui la ramènent à son état initial, l'effet produit sur les dernières sera le même que si on les avait mises directement en communication.

L'auteur s'arrête sur ces principes, et on lui en saura gré, car il montre bien que leur fécondité n'est pas épuisée.

" Il trouve l'occasion d'y rattacher et de préciser, en même temps, les notions à la fois si importantes et si délicates de la réversibilité et de l'irréversibilité „. Les considérations que l'auteur développe à ce sujet sont très intéressantes et introduisent la lumière dans plusieurs questions restées jusqu'ici bien obscures.

Tel est l'objet du premier chapitre.

Dans le second, l'auteur " rattache également à la science de la chaleur proprement dite, les notions de la température absolue et de l'entropie, le théorème de l'entropie et l'inégalité de Clausius.

„ Ce sont les principales conclusions de cette première partie, déduites d'un quatrième et dernier principe, dans lequel toute idée de *travail* se trouve écartée et dont le but est cependant de remplacer le deuxième principe de la thermodynamique. „ Voici l'énoncé de ce quatrième principe :

*Une machine thermique irréversible ne peut fonctionner avec une seule source de chaleur sans lui céder de la chaleur.*

" Arrivé à ce point, M. Ariès abandonne l'étude de la chaleur pour aborder celle de l'énergie proprement dite, objet de la deuxième partie de l'ouvrage.

„ Il lui suffit d'ailleurs de substituer l'idée d'une *consommation de travail* à celle d'une *création de chaleur,* pour transformer le principe dont il vient d'être question (le quatrième) en un autre qui devient la base de la thermodynamique. „

*Une machine thermique irréversible ne peut fonctionner avec une seule source de chaleur sans consommer du travail.*

" Il déduit de là le théorème de l'équivalence entre la chal et le travail, ainsi que la notion de l'énergie soumise aux d lois de la conservation et de la dissipation.

„ Ces deux principes analogues des sciences de la Chaleur de la Thermodynamique sont finalement fondus dans un s énoncé. qui est le suivant :

„ *Un système ne peut décrire un cycle fermé irréversib l'aide d'une seule source de chaleur sans céder de la chaleu cette source et sans consommer du travail.*

„ Cet énoncé forme un postulat général qui contient et rés la plupart des conclusions tirées de l'ouvrage. „

Nous arrivons ainsi à la fin du troisième chapitre. Jusque-l livre de M. Ariès est d'une lecture extrêmement facile : la pen y est toujours très clairement exprimée et se présente san voile des formules algébriques.

Seul le dernier chapitre comporte quelque appareil mathé tique; l'auteur y indique une méthode générale permettant d' pliquer les principes de la thermodynamique ainsi comprise différentes branches de la physique.

Ce rapide exposé suffit à montrer que l'œuvre du comm dant Ariès n'est pas banale, et ne consiste pas dans un sim résumé des publications qui l'ont précédée; elle a son caract propre, elle est vraiment personnelle.

J. T.

## IV.

ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES, par F. LOPPÉ, *(Encyclopé scientifique des aide-mémoire)*. — 1 vol. petit in-8° de 203 pag 47 figures dans le texte. — Paris, Gauthier-Villars et G. Mass

Ce volume est un développement de conférences faites l'auteur à l'École d'application du laboratoire central d'élec cité.

Dans son ouvrage, M. Loppé débute par le rappel de quelq principes d'électrochimie indispensables à l'étude des phé mènes qui se rencontrent dans le fonctionnement des accumu

teurs. Il donne ensuite l'exposé des diverses théories relatives aux actions chimiques qui se produisent, à la charge et à la décharge des accumulateurs.

Dans la partie relative aux accumulateurs industriels, l'auteur s'occupe surtout des différents systèmes d'électrodes et de leur montage dans les bacs. Un paragraphe est consacré à l'entretien des batteries et aux précautions à prendre dans l'emploi des accumulateurs, précautions dont dépendent à la fois la durée et le rendement.

Tout en traitant plus particulièrement la partie concernant les accumulateurs au plomb, universellement employés aujourd'hui, M. Loppé a cependant réservé un chapitre aux accumulateurs d'autres systèmes dont l'étude peut être intéressante.

Dans la cinquième partie, l'auteur décrit rapidement les appareils accessoires employés dans l'établissement des accumulateurs et dans leur fonctionnement.

Enfin, une sixième partie est consacrée aux mesures du rendement et à celles de la force électromotrice et de la résistance intérieure.

Cet exposé suffit amplement pour se rendre compte de l'intérêt qu'offre le volume de M. Loppé. L'ouvrage se recommande de lui-même.

## V.

POLARISATION ET SACCHARIMÉTRIE, par D. SIDERSKY. — Paris, Gauthier-Villars et Masson. *(Encyclopédie scientifique des aide-mémoire).*

Le savant auteur du *Traité d'analyse des matières sucrées* (Paris, 1890, Bernard et Cie), vient de publier une monographie succincte de la polarisation rotatoire et de ses applications en chimie analytique, notamment en ce qui concerne l'analyse des sucres. Incidemment, il indique aussi les autres méthodes auxquelles on recourt au besoin pour l'analyse des substances de nature complexe.

La première partie de l'ouvrage contient d'abord l'exposé sommaire des propriétés de la lumière polarisée et l'indication du

pouvoir rotatoire spécifique des diverses substances actives
On y trouve ensuite la description des appareils de polarisat
et quelques détails sur la base de l'échelle saccharimétrique
sur les poids normaux (2).

Les applications, dont traite la seconde partie, sont :

Le dosage du saccharose, du sucre interverti et du raffin
dans les liquides sucrés, le sucre brut, les masses cuites,
mélasses ;

Le dosage du dextrose, du maltose et de la dextrine dans
glucoses du commerce :

L'essai du miel (recherche des falsifications par le sacchar
ou par le glucose du commerce) ;

(1) On pourrait citer également la propriété qu'ont les sucres de
diffuser au travers de membranes en papier parchemin (dialyseu
Les dextrines ne possèdent pas cette propriété, ou ne la possèdent q
un très faible degré ; elles peuvent être dosées par précipitation
moyen d'alcool ou par transformation en dextrose.

(2) On sait que, dans le cas de substances en dissolution, si l'on rep
sente par $[\alpha]$ le *pouvoir rotatoire spécifique*, par $a$ l'angle de rotat
observé, par $l$ la longueur en décimètres de la colonne liquide et pa
le nombre de grammes de substance active renfermés dans 100 ce
mètres cubes de la solution, on a

$$[\alpha] = \frac{100\,a}{l\,c}$$

Le pouvoir rotatoire spécifique varie avec la température du liqui
avec sa concentration et aussi avec la nature des rayons lumineux.
distingue notamment entre le pouvoir rotatoire spécifique à la lumi
jaune du sodium, $[\alpha]_D$, et le pouvoir rotatoire vis-à-vis de la lumi
blanche ordinaire ou des rayons jaunes moyens, $[\alpha]_J$.

Voici les valeurs de $[\alpha]_D$ et de $[\alpha]_J$, à la température ordinaire, p
les solutions à 10 p. c. environ de quelques-uns des hydrates de carb
se présentant le plus fréquemment à l'analyse :

| | $[\alpha]_D$ | $[\alpha]_J$ |
|---|---|---|
| Saccharose | + 66.5 à 67.3 | + 73.8 |
| Sucre interverti (à 15° C) | — 23.1 | — 25.0 à 27.0 |
| Dextrose | + 52.3 à 53.0 | + 56.0 à 57.6 |
| Lévulose (à 15° C.) | — 100.0 | — 105 à 166.0 |
| Raffinose | + 104.0 à 105.0 | + 117.3 |
| Raffinose interverti | + 53.0 à 63.0 | " |
| Maltose | + 138.0 à 140.3 | " |
| Dextrine | + 197.0 à 198.4 | " |
| Lactose | + 52.7 à 55.6 | + 59.3 |

De l'équation ci-dessus, on tire les valeurs suivantes de $a$ et de $c$ :

$$a = \frac{[\alpha]\,l\,c}{100}, \quad c = \frac{100\,a}{[\alpha]\,l}$$

Le dosage du lactose dans le lait ;

L'essai des vins (recherche des falsifications par le saccharose et par le glucose commercial) ;

L'essai des urines diabétiques ;

L'essai des matières amylacées, après saccharification ;

Le dosage des alcaloïdes dans les quinquinas et autres substances.

Les méthodes employées pour le dosage des hydrates de carbone sont basées sur des faits tels que les suivants :

La rotation ou polarisation totale par observation directe des sucres ordinaires et des glucoses est égale à la somme algébrique des déviations produites par les diverses substances actives qu'ils contiennent : saccharose, sucre interverti, raffinose, raffinose interverti, dextrose, maltose, dextrine ;

La rotation des sucres ordinaires après interversion, d'après Clerget, est égale à la somme des déviations produites par le sucre interverti et le raffinose interverti ;

La polarisation des mélanges de sucres fermentescibles (saccharose interverti, dextrose, lévulose, maltose) et de dextrine, après fermentation sous l'action de la levure, est le fait exclusif de la dextrine ;

La déviation produite par les glucoses (mélanges de dextrose, maltose et dextrine) après traitement par le cyanure de mercure en excès, d'après Wiley, est due exclusivement à la dextrine, le dextrose et le maltose étant détruits ;

La polarisation des matières amylacées, après traitement par un acide (notamment par l'acide salicylique ou l'acide benzoïque, d'après Baudry et Siderky), est due à la transformation de l'amidon en amidon soluble ;

L'action réductrice exercée par les sucres ordinaires et les glucoses sur la liqueur cupro-alcaline est due au sucre interverti, au dextrose et au maltose, non au saccharose, ni à la dextrine (1).

On pratique les opérations de polarisation, interversion, fermen-

(1) L'*échelle saccharimétrique* donne directement la teneur centésimale en sucre saccharose, si l'on opère à l'aide d'un tube de 2 décimètres sur la solution dans 100 centimètres cubes d'un nombre de grammes de substance égal au nombre de grammes de sucre pur qui correspond au degré 100 de l'échelle. Ce nombre de grammes est appelé *poids normal ;* il est de 16.19 pour les appareils français, et de 26,048 pour les appareils allemands.

1 degré polarimétrique (degré d'arc) correspond, dans les instruments français, à 4.6 degrés saccharimétriques.

tation, réduction, etc., nécessaires pour permettre de form autant d'équations qu'il y a de corps à doser; il ne reste pl alors qu'à résoudre ce système d'équations.

L'auteur donne divers exemples de ces calculs.

Le nouvel ouvrage de M. Sidersky est une importante cont bution à la vulgarisation d'une des branches les plus intéressant et les plus délicates de l'analyse chimique.

J.-B. A.

## VI.

Essai de Paléontologie philosophique, par Albert Gaudr — 1 vol. grand in-8° de 230 pages, 204 fig. dans le texte. — Par Masson et Cie, 1896.

M. Albert Gaudry, de l'Institut de France, l'illustre professe de Paléontologie au Muséum d'histoire naturelle, vient publier cet *Essai* pour faire suite aux *Enchaînements* *monde animal* dans les temps géologiques.

Voulez-vous mettre votre âme au contact d'une âme savant, d'artiste, de penseur, d'homme de bien au cœur droit tout débordant de sensibilité profonde? Lisez ce livre. On souff tant à voir quelques enfants prodigues de la science moder s'exciter à diriger contre le Créateur les efforts des talents qu'i en ont si libéralement reçus !

Il y a longtemps déjà, le naturaliste allemand Haeckel, pesa l'alternative d'admettre la génération spontanée ou l'idée miracle d'une création, se prononçait pour la nécessité de génération spontanée, malgré les preuves amoncelées cont elle. Sinon, c'était reconnaître l'existence de Dieu.

Dernièrement, commentant la réponse tardive de Herbe Spencer au mémorable discours de lord Salisbury, Edmond Pe rier, professeur de zoologie au Muséum, écrivait : " Ne p admettre la théorie de l'évolution, c'est admettre la création d espèces au fur et à mesure de leur apparition. Or, au point vue scientifique proprement dit, au point de vue des faits, q cache le mot : création ? Il implique l'apparition subite d'êtr vivants sous l'action de causes indéterminables, supérieure autonomes et se révélant par à coups; ces apparitions subit d'êtres vivants, sans l'intervention de parents qui les aient pr

cédés, ont un nom dans le langage scientifique : elles constituent des générations spontanées. Pour l'homme de science, qui laisse aux théologiens et aux philosophes l'étude de la cause première, qui ne s'adresse qu'aux causes secondes, les mots création et génération spontanée sont donc synonymes. „ *(Le Principe de l'Évolution*, REVUE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES, 15 février 1896).

Donc l'homme de science aurait à se décider entre ces deux hypothèses contradictoires : génération spontanée ou évolution.

Tel n'est pas l'avis de M. Gaudry, partisan lui aussi de la théorie de l'évolution. Il suffit de mettre ses idées en regard de celles de M. Perrier, pour juger où se trouvent la logique et le bon sens. Il disait dans l'introduction de son chef-d'œuvre, *Les Enchaînements du monde animal* : " Sous l'apparente diversité de la nature, découvrir les traces d'un plan où l'Être Infini a mis l'empreinte de son unité, voilà le but vers lequel nos efforts peuvent tendre aujourd'hui.

„ Les paléontologistes ne sont pas d'accord sur la manière dont ce plan a été réalisé; plusieurs, considérant les nombreuses lacunes qui existent encore dans la série des êtres, croient à l'indépendance des espèces, et admettent que l'Auteur du monde a fait apparaître tour à tour les plantes et les animaux des temps géologiques d'après la filiation qui est dans sa pensée; d'autres savants, frappés au contraire de la rapidité avec laquelle les lacunes diminuent, supposent que la filiation a été réalisée matériellement, et que Dieu a produit les êtres des diverses époques en les tirant de ceux qui les avaient précédés. Cette dernière hypothèse est celle que je préfère; mais qu'on l'adopte ou qu'on ne l'adopte pas, ce qui me paraît bien certain, c'est qu'il y a eu un plan. „

Ces paroles datent de 1883 et sont dans la préface du volume consacré à l'étude des Fossiles primaires.

Dans la conclusion du livre que nous analysons aujourd'hui, M. Gaudry revient sur ces idées de simplicité et d'unité qui lui paraissent le but suprême de la science et vers lesquelles ses aspirations tendent depuis plus de trente ans.

" Si proche que Dieu soit de la nature, écrit-il, Il ne se confond pas avec elle, car l'histoire du monde nous révèle une unité de plan qui se poursuit à travers tous les âges, annonçant un Organisateur immuable, tandis que la paléontologie nous offre le spectacle d'êtres se modifiant sans cesse. Il y a opposition entre ces êtres si mobiles et leur Auteur qui reste toujours le même...

Tout se transforme ou meurt, géant ou nain, peuple ou individ lentement ou brusquement. Les mieux doués, ceux qui ma quaient le complet épanouissement de leur classe et semblaie les plus invincibles, se sont éteints souvent sans laisser de post rité... Le changement paraît être la suprême loi de la nature. y a quelque mélancolie dans le spectacle de ces inexplicabl disparitions. L'âme du paléontologiste, fatiguée de tant de mut tions, de tant de fragilité, est portée facilement à chercher point fixe où elle se repose: elle se complaît dans l'idée d' Être infini, qui, au milieu du changement des mondes, ne chan point. »

L'essai de paléontologie philosophique pourrait se diviser deux parties : la première, purement théorique, est de loin plus importante: dans la seconde, l'auteur expose deux applic tions pratiques de la théorie de l'évolution des êtres, l'une à géologie, l'autre à la zoologie.

L'idée maîtresse de la partie théorique est le développeme progressif des êtres vivants, depuis le jour de leur premiè apparition sur la terre. Le monde fossile n'est pas distinct monde actuel : il n'y a qu'un monde unique qui s'est contin depuis les plus anciens âges jusqu'à nos jours. Il peut êt étudié comme un individu : de même que nous suivons le dév loppement d'un individu à ses différents âges, nous suivons développement du monde animé à travers les phases de s existence que nous appelons les époques géologiques.

Cette comparaison fournit à M. Gaudry sa division.

Le développement de l'homme, c'est-à-dire de l'être vivant p excellence, dans lequel se résument les merveilles du mon animé, présente les phases suivantes : multiplication des parti constituantes, leur différenciation et leur accroissement : voi pour l'ordre matériel; et, dans un ordre plus relevé : progr de l'activité; progrès de la sensibilité; progrès de l'intelligen

Appliquant ces différentes phases à l'histoire du mon animé, l'auteur fait de chacune d'elles un chapitre.

1. Multiplication des êtres, dont le nombre augmente succe sivement pendant les temps géologiques. La plupart des anima primitifs étaient couverts et protégés contre leurs ennemis p d'épaisses cuirasses ; mieux défendus que les animaux actue ils étaient en outre moins attaqués : les carnivores n'étaient p aussi nombreux qu'aujourd'hui.

2. Différenciation des êtres. Tout en reconnaissant que,

l'époque cambrienne, il y a déjà une certaine diversité d'êtres, cette diversité n'est rien, comparée à celle de notre époque.

3. Accroissement des êtres. Plusieurs classes d'invertébrés ont eu, pendant l'ère primaire, leurs principaux représentants. Dans l'ère secondaire, les continents ont vu la force brutale parvenue à son apogée sous la forme des reptiles gigantesques, tels que les Plesiosaurus, Ichtyosaurus, Mosasaurus, Iguanodon, Atlantosaurus qui mesurait vingt-quatre mètres de long, etc... Pendant l'ère tertiaire, la dimension du corps des animaux terrestres a diminué ; en compensation, il y a eu progrès dans l'activité par le grand développement des vertébrés à sang chaud, et les mammifères terrestres les plus considérables ont vécu à cette époque. Enfin, dans l'ère actuelle, à laquelle appartient l'époque quaternaire, pendant que les océans nourrissent les plus grands animaux marins, la force brutale diminue toujours sur les continents; les mammifères ne sont plus si imposants. Alors commence le règne de l'homme, plus faible de corps, mais que son génie fait roi de la création.

4. Progrès de l'activité des êtres : l'étude comparée des organes de locomotion et de préhension le manifeste clairement.

5. Progrès de la sensibilité, dans les divers sens externes et dans les sentiments affectifs.

6. Progrès de l'intelligence.

Ici nous ne sommes pas parfaitement d'accord avec M. Gaudry.

Nous réservons l'intelligence, ce reflet de la sagesse de Dieu, à la seule créature raisonnable, à l'homme fait à l'image de son Créateur. Mais il faut voir dans les mots l'idée dont on veut les revêtir plutôt que leur sens strict et philosophique.

Ne cherchons donc pas chicane à l'auteur. Lui-même d'ailleurs nous demanderait si nous n'avons pas lu sa conclusion où il nous montre dans l'homme le résumé et le complément des merveilles des temps passés : " l'homme conçoit l'immatériel et, s'il ne peut bien comprendre l'œuvre de la création, du moins il l'entrevoit, rendant à son Auteur un hommage que nul être ne lui avait encore offert „. Le philosophe le plus scrupuleux pourrait-il mieux dire ? On trouve à la dernière page de ce chapitre cette belle pensée : " Les Grecs ont créé le culte du beau. La venue du christianisme a développé l'amour du bien. Nous méconnaîtrions notre époque, si nous mettions en doute que ses œuvres scientifiques marquent un progrès dans la recherche du vrai „.

Après cette première partie toute de théorie, M. Gaudry montre l'importance pratique de la recherche du plan de la création

pour la géologie. Si la paléontologie nous fait assister à l'évolution régulière des êtres animés, il est évident que le st de développement des fossiles doit correspondre à leur âge géologique, et qu'on pourra juger de l'ancienneté d'un terr d'après l'état de développement de ses fossiles.

Je saisis l'occasion qui m'est offerte de rendre hommage une qualité éminente de M. Gaudry, qualité qu'on rencontre p ainsi dire à chaque page de ses trois volumes sur les enchaî ments du monde animal. C'est la réserve et la modestie de affirmations. D'autres qualités de ses œuvres attirent l'estime l'admiration pour le savant : celle-ci fait naître dans l'âme u vive sympathie pour le caractère sincère et loyal de l'homm Ici, par exemple, il est le premier à reconnaître que les inégali constatées quelquefois dans l'évolution des êtres animés doiv conseiller une grande prudence dans les applications de ce théorie. " La méthode rationnelle, dit-il, ne saurait faire ab donner la méthode empirique qui se base sur l'observation espèces : si un géologue rencontre donc des espèces déjà c nues comme caractéristiques d'un âge bien déterminé, ces espè seront pour lui le meilleur guide ".

Quel contraste entre cette réserve et le ton de l'*Histoire de création* de Haeckel, et de tant d'autres écrits scientifiques torturent les faits pour les enchâsser de gré ou de force dans cadre hypothétique du dogme évolutionniste !

La nomenclature zoologique peut aussi retirer une gran utilité de l'étude de l'évolution. En effet, si l'on acquiert la c viction que les espèces, loin d'être fixes, ont subi d'incessant modifications, on devra renoncer à créer des noms pour moindres différences. Lorsqu'on aura ainsi simplifié la nom clature, la science deviendra plus accessible, et le nombre ceux qui la cultivent s'accroîtra. " Ce sera là une heureuse cho dit M. Gaudry, car un des plus doux plaisirs qui puissent être d nés à l'homme, est l'étude de la merveilleuse nature dont il le couronnement ". Et, ajouterons-nous en finissant, une de plus nobles joies est de lire les ouvrages de savants à l'esp trop profond, au cœur trop droit pour se laisser aveugler par préjugés ou les passions, et dont l'âme, fatiguée des mutations de la fragilité de cette nature si mobile, se complaît dans l'id d'un Être infini qui, au milieu du changement des mondes, change point.

Dr AL. D

## VII.

QUELQUES OBSERVATIONS SUR LES MUSCLES PEAUCIERS DU CRANE ET DE LA FACE DANS LES RACES HUMAINES, par THÉOPHILE CHUDZINSKI, préparateur au laboratoire d'anthropologie à l'École des Hautes-Études. — 1 vol. in-8°, 90 pages, avec 25 figures hors texte. — Masson et Cie. Paris, 1896.

Pendant de longues années collaborateur de Paul Broca au laboratoire d'anthropologie des Hautes-Études, M. Chudzinski a réuni patiemment les observations qu'il se décide à publier aujourd'hui. Il a longtemps hésité, car il avait conçu d'abord un plus vaste dessein. Comme l'expression de la physionomie a pour mécanisme les muscles peauciers de la face, une *étude complète* de leur anatomie comparée lui paraissait devoir être très utile, non seulement aux anatomistes et aux artistes, mais aux psychologues. Ni le temps ni les occupations ne lui ont permis de la pousser jusqu'au bout. Aussi livre-t-il ses notes à titre de documents, modestes matériaux destinés au monument qu'un autre, plus heureux, aura, peut-être, la bonne fortune d'édifier dans l'avenir.

" Nous ne tirerons pas de conclusions, dit l'auteur dans son avant-propos, car nous les regarderions comme prématurées ". Sage et louable réserve, trop rare de nos jours où tant d'observateurs se hâtent de conclure en faveur des théories qu'ils se donnent la mission de défendre.

" Il est un fait étrange et frappant, disait au Congrès de l'Association Britannique à Liverpool, au mois de septembre dernier, le professeur W. H. Gaskell, dans son discours d'ouverture à la section de Physiologie : Quand un auteur d'anatomie comparée étudie un groupe particulier d'Invertébrés, il est presque toujours sûr d'y trouver au bout l'embranchement des Vertébrés. Que ce soit les Némertiens, le Balanoglossus, les Helminthes, les Annélides ou les Echinodermes, n'importe : l'ancêtre des Vertébrés est forcé d'appartenir à ce groupe spécial. Je crois vraiment que seuls les mollusques n'ont pas encore trouvé de champion ". Mais, après une remarque aussi sensée, le professeur W. H. Gaskell se fait à son tour le champion d'une hypothèse neuve, et trouve les Vertébrés au bout de l'embranchement des Arthropodes : d'après lui, la cavité interne qui parcourt toute l'étendue du système nerveux cérébro-spinal des

Vertébrés était à l'origine le canal alimentaire d'un crust
Limule ou Eurypterus : ce tube digestif envahi peu à peu
les ganglions nerveux qui l'enserraient, et finalement atrop
a perdu toute trace de ses fonctions primitives !! „ Voilà b
la tendance actuelle, et le procédé de M. Gaskell nous rapp
une Conférence Universitaire de M. le professeur Paul Hé
parue en 1888 dans le JOURNAL DE MÉDECINE de Bruxelles, s
ce titre : *La structure du corps humain et l'Évolution* et d
laquelle, des anomalies musculaires chez l'homme, M. le pro
seur Héger tire un argument en faveur de l'origine animale
l'homme. Voici son raisonnement : sur trente-six sujets pris
hasard, on a noté jusque cinq cent et une anomalies mus
laires. Or, est-il bien exact d'appeler cela des anomalies ?
variations ne sont-elles pas plutôt une sorte d'oscillation aut
d'un type moyen ? Et s'il en est ainsi, d'où viennent-elles do
Ce sont des cas d'atavisme : chacune d'elles reproduit des
positions anatomiques qui sont normales et constantes chez
animaux. Ainsi, chez l'homme, le muscle grand pectoral
fréquemment soudé au muscle deltoïde. Pourquoi ? Parce
le grand pectoral et les fibres antérieures du deltoïde form
un muscle toujours unique chez le renard, le rat, la guenon
kanguroo et l'ornithorhynque. Dans d'autres cas, ce mê
muscle passe au devant du sternum et se fusionne avec c
du côté opposé. Simple hypertrophie, direz-vous, due chez
hommes à l'usage exagéré des membres supérieurs. Erreur p
fonde, car on rencontre cette anomalie chez les sujets fail
plus souvent que chez les athlètes. Mais chez l'ours, mais c
le phoque, chez la taupe, chez la chauve-souris et enfin c
l'hyène cette fusion est constante.

Et M. Héger pour plus de détails renvoie à l'in-octavo
900 pages où Paul Broca décrit ces anomalies *réversives* (lis
ataviques) chez l'homme.

Plus prudent que son maître Broca à la mémoire duque
dédie son livre, M. Chudzinski, comme nous l'avons dit, se ga
bien des " conclusions prématurées „. Il expose simplemen
résultat de ses observations, se contentant de rapprocher çà
là les faits, pour en faire ressortir les ressemblances et
divergences. Voyons si l'on trouve dans ces faits, comme d
le livre de Broca, des arguments en faveur des anomalies mus
laires *réversives* chez l'homme.

Pour bien comparer deux choses, il faut avant tout les b
connaître : or, M. Chudzinski montre que jusqu'ici on con

mal les termes à comparer. Il constate que dans les traités d'anatomie descriptive on a créé pour ainsi dire un type conventionnel des muscles peauciers de la tête chez l'homme, les réduisant à une sorte de schéma arbitraire, très utile sans doute et suffisant parfaitement à l'art médical, mais absolument inexact au point de vue de l'anatomie comparée. Une dissection attentive de ces muscles montre en effet qu'ils sont composés de plusieurs couches, dont la plus superficielle ne ressemble en rien aux images classiques des traités d'anatomie. Elle forme comme un masque musculaire s'irradiant autour des orifices naturels de la face : orbites, narines et bouche. Mais supprimez cette couche, restée longtemps inaperçue ou écartée intentionnellement dans le but de faciliter la description et d'abréger l'étude, et la couche profonde qui reste se présente sous l'aspect bien connu des muscles peauciers classiques. Alors seulement ces muscles, privés de leurs attaches superficielles dont le nombre et l'éparpillement donnent précisément à la physionomie humaine ses variations presque infinies et son exquise délicatesse, offrent les différences signalées non seulement entre les hommes blancs et les anthropoïdes, mais même dans les diverses races humaines.

Mais si l'on observe les muscles peauciers de la tête dans leur position naturelle et avec leurs fibres d'attache à la peau, comme l'a fait M. Chudzinski, on les trouve absolument identiques dans les races humaines, sauf certaines modifications légères.

De cette observation il résulte donc que les comparaisons faites jusqu'ici entre les diverses races humaines concernant les muscles peauciers de la tête ont été fautives.

La base des comparaisons analogues entre les races humaines et les divers anthropoïdes a-t-elle été plus solide ? Nullement. M. Chudzinski a examiné minutieusement les dessins de la face des anthropoïdes, publiés surtout à l'étranger ; il a d'autre part disséqué avec le plus grand soin la tête d'un jeune gorille : or, les dessins mis en regard de la pièce disséquée ne lui paraissent pas correspondre à la nature.

Quelles conclusions sérieuses appuyer sur des fondements encore si mal assis ?

Après ces considérations générales, l'auteur aborde l'étude détaillée des muscles peauciers de la tête dans les trois races humaines principales, les races noire, jaune et blanche.

Mensurations, anomalies, tels sont les deux points comparés pour chaque muscle.

Pour les dimensions, la surface des muscles et l'étendue de

leurs insertions varient plus dans chaque race que d'une ra à l'autre, et si l'on compare les races entre elles, celle où trouve le maximum de développement change avec le mus examiné.

Les anomalies ne nous en apprennent pas davantage.

La seule chose qui se dégage de cet examen de détail l'absence complète de loi dirigeant les variations de dimensi dans ces muscles et leurs anomalies. On comprend que l'aut ait jugé prudent de ne rien conclure ; son travail n'en sera plus goûté par les lecteurs sérieux.

Dr AL. D.

## VIII.

TRAITÉ DES MÉTHODES TECHNIQUES DE L'ANATOMIE MICROS PIQUE, HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET ZOOLOGIE, par MM. ARTE BOLLES LEE et F. HENNEGUY ; deuxième édition. — 1 vol. in- 509 pages. — Paris, Octave Doin, 1896.

Nous attirons l'attention de ceux qui s'occupent de recherc microscopiques sur cette seconde édition de la traduction fr çaise de l'excellent ouvrage de M. Bolles Lee, *The Microtomi Vade-Mecum*, publié en Angleterre en 1885. En s'adjoignant, 1886, M. F. Henneguy, du Collège de France, pour présenter livre aux lecteurs français, c'est moins une simple traduct qu'un ouvrage nouveau, mis au courant, avec l'aide de son laborateur, des acquisitions les plus récentes de la techni microscopique, que M. Bolles Lee a voulu publier ; c'est dans sens qu'ils ont ensemble préparé cette seconde édition.

Signé de ces deux noms, si avantageusement connus dans science, un traité, sur des matières que ces deux savants possèd si bien et pratiquent avec tant de succès, se recommande lui-même aux étudiants et aux chercheurs : nous n'en c naissons pas de plus complet, de plus pratique, de plus rec mandable à tous égards. Partout l'auteur et son collaborat ont su imprimer à leur travail un cachet personnel : quand exposent les méthodes d'observation nouvelles ou transformé ils emploient à les décrire et à les juger toutes les ressour de leur expérience ; ce ne sont pas seulement des savants

parlent, mais des expérimentateurs, des hommes du métier qui dirigent, conseillent, signalent les difficultés et apprennent à les surmonter.

Les étudiants trouveront dans ce livre l'exposé très net des méthodes générales de fixation, de coloration, d'imprégnation, d'enrobage, de conservation des matériaux, etc.; et les chercheurs qui abordent l'étude d'un sujet nouveau, celui des méthodes spéciales créées, dans des cas particuliers, par leurs devanciers.

Deux chapitres surtout nous ont paru du plus haut intérêt et parfaitement au courant des derniers progrès ; ce sont ceux qui traitent des colorations simples ou combinées. On sait quelle importance on attache aujourd'hui, en l'exagérant peut-être, aux différenciations obtenues par les matières colorantes. Je ne connais pas de guide plus sûr dans l'emploi des multiples couleurs d'aniline, par exemple, que ce qu'en écrivent MM. Bolles Lee et F. Henneguy. Ajoutons que les méthodes de recherches appliquées au système nerveux, qui ont pris tant d'extension et acquis une si grande importance, sont l'objet d'une étude spéciale et approfondie.

Dr H. L.

## IX.

L'ASTRONOMIE PITTORESQUE. *Descriptions et récits, monuments et médailles se rapportant à l'étude du Ciel,* par l'abbé J. LORIDAN, chanoine honoraire de Cambrai. — 1 vol. in-4° de 398 pages, 57 gravures. — Lille, Desclée, De Brouwer & Cie, 1896.

Tous ces vastes pays d'azur et de lumière,
Tirés du sein du vide et formés sans matière,
Arrondis sans compas et tournant sans pivot,
Ont à peine coûté la dépense d'un mot.
P. LEMOYNE.

" Pittoresque " n'est pas assez dire pour donner une idée complète de ce vaste tableau vulgarisateur des multiples connaissances qui concernent l'Astronomie. Il faudrait y ajouter les épithètes *historique, anecdotique, archéologique, littéraire,* voire *poétique;* je n'ajoute pas *scientifique,* l'idée qu'exprime ce mot étant implicitement comprise dans le substantif *astronomie;* il est bon toutefois d'ajouter qu'aucun détail important de science pure n'y est négligé.

Il y a de tout ce qu'indiquent ces divers qualificatifs dans l'ouvrage de M. l'abbé Loridan. Et tout cela si judicieusement agencé, si habilement fondu qu'il en résulte un ensemble d'une harmonie parfaite en dépit de l'extrême variété des matériaux mis en œuvre. Le plus curieux, c'est que, en dehors d'une Préface de quatre pages, très peu de chose des 700 pages qui suivent est dû à la plume même du metteur en œuvre. La plus grande partie de son texte est formée d'extraits empruntés à une multitude d'auteurs : Arago, Lalande, Biot, Secchi, de Humboldt, Delambre, Saussure, Bouguer, La Condamine, Fontenelle s'y rencontrent avec MM. Janssen, Faye, Radau, Loewy, Bertrand, qui y coudoient Virgile, Delille, Bossuet, André Chénier, Chateaubriand, Lamartine, Victor Hugo, Alfred de Musset, Lafontaine, Boileau, Molière lui-même; ces grands noms littéraires ne sont certes pas dépaysés par la prose et les vers de MM. Alphonse Daudet, Sully Prudhomme, Lavisse, le comte de Beauvoir, Lemoyne, ou bien de Théophile Gauthier, de Chénedolle, de Xavier Marmier. Et comme notre érudit compilateur fait appel à tous les ordres de connaissances se rattachant d'une manière ou d'une autre à quelque point de vue astronomique, on ne s'étonne pas de voir figurer sur la liste des noms comme ceux de Cuvier, de Feller, de Darwin, de M. Maspero, et même de ce toque de Cyrano de Bergerac dont les excentriques imaginations renferment parfois des réflexions fort sensées.

M. Flammarion qui, lorsqu'il daigne rester sur son terrain et ne pas chasser sur les terres d'autrui, se montre un savant de valeur, se trouve avoir prêté son concours à ce travail éclectique de même un grand nombre de recueils périodiques, à commencer par *L'Astronomie* mensuelle de M. Flammarion, pour aller jusqu'à l'*Almanach provençal*, ont été mis à contribution. *Les Comptes rendus* de l'Académie des sciences y tiennent, bien entendu, une place importante.

Dans les énumérations qui précèdent, beaucoup de noms ont été passés et non des moins illustres. Ceux des Ptolémée, des Copernic, des Tycho-Brahé, des Kepler, des Galilée, des Newton, des Herschel et de bien d'autres encore, figurent surtout dans les parties plus spécialement historiques. Les systèmes, les idées, les découvertes de ces hommes célèbres sont résumés ou exposés principalement par des extraits de différents écrits les concernant, plutôt que leurs textes mêmes reproduits.

Après avoir indiqué le mode de composition de l'ouvrage, il convient d'en indiquer le plan, l'ordre et les matières.

Une courte Introduction, qui suit la Préface, est à peu près exclusivement formée par la reproduction d'un discours prononcé par Arago à la Chambre des députés, le 23 mars 1837.

Le Livre premier est intitulé : *Principes*. Chateaubriand, dans son brillant langage, y raconte les origines de l'Astronomie, et M. Maspero nous montre les anciens Chaldéens passant les nuits sereines de leur pays à observer les astres, tandis que Darwin et M. Radau nous renseignent sur la transparence de l'air aux hautes altitudes et sous les tropiques. Humboldt, Arago, MM. André et Rayet donnent la description des différents instruments d'observation, depuis la lunette de carton de Galilée jusqu'au télescope de lord Ross. C'est à Fontenelle qu'incombe le soin de nous exposer les idées des anciens astronomes jusqu'à Copernic y compris et les *Principes* de Newton, le récit des progrès réalisés depuis lors dans les connaissances astronomiques étant confié à la plume aussi littéraire que savante de M. J. Bertrand.

*Les Étoiles* occupent le Livre deuxième. On y trouve tout ce qui peut être mis à la portée du grand public sur la sphère céleste et ses différents aspects suivant les lieux d'observation ou les époques de l'année ; sur les constellations, les étoiles simples ou multiples, changeantes, temporaires ; sur leur nature ; sur les nébuleuses ; sur l'âge, les distances, la fixité pratique et les mouvements réels de ces astres appelés *fixes ;* sur l'aspect du ciel étoilé de la Provence décrit par Daudet, et de celui de l'équateur d'après Xavier Marmier, enfin sur le rayonnement des étoiles et l'aberration de leur lumière. Biot, sir Robert Ball, Humboldt, Ampère, le P. Secchi, MM. A. Lévy et Janssen, sont les auteurs des articles consacrés à ces différents sujets.

C'est *Le Soleil* qui remplit le Livre troisième. Un historique de l'étude progressive de cet astre, à partir du commencement du XVIIIe siècle, lors de la première découverte des taches par le P. Scheiner d'un côté et le hollandais Fabricius d'autre part, jusqu'au temps présent, d'après Chambers et MM. Guillemin, Janssen, Trépied, ouvre ce chapitre. M. Janssen a une large part encore dans le surplus en décrivant les protubérances observées à la faveur et en dehors des éclipses, grâce au spectroscope, et l'atmosphère coronale. Ce que la lumière zodiacale offre de plus ravissant comme aspect et de plus intéressant comme étude est puisé dans les écrits d'Alexandre de Humboldt et de l'astronome Liais.

A l'occasion du solstice d'été, l'auteur nous donne, d'après M. Alexandre Bertrand, l'origine et l'histoire des feux de la Saint-Jean.

On voit par ce dernier détail que rien n'est omis de ce qui, près ou de loin, peut se rattacher à l'Astronomie. Dans le Li ou chapitre suivant, l'auteur s'occupe du *Globe terrestre,* part du mètre pour décrire la forme de la Terre et entrant succes vement dans tous les faits scientifiques, historiques et descript concernant la position et les mouvements divers de notre plan dans l'espace, le tracé de la méridienne, la détermination longitudes et des latitudes, la répartition des zones terrestres, nuits et jours polaires, les nuits sous les tropiques, dans déserts, dans les forêts vierges, les saisons dans les clim extrêmes.

Pas n'est besoin d'analyser, livre par livre, le surplus de ouvrage. On voit par ce qui précède quel en est le plan et co ment ce plan est suivi. Il suffira d'indiquer le sujet de chac des six Livres ou chapitres qui le complètent.

Le cinquième a pour sujet *La Lune,* son aspect, sa consti tion physique, ses dimensions, les croyances et légendes po laires et poétiques concernant cet astre, comme les époques l'année que son cours détermine.

*Les Éclipses* et les *Marées,* les *Planètes,* les *Comètes, Étoiles filantes,* et enfin le *Calendrier grégorien,* forment resp tivement la substance de chacun des cinq derniers Livres, trai toujours suivant la même méthode et enrichis de tous les déta historiques ou littéraires qui peuvent y avoir trait.

On ne voit pas trop, toutefois, d'après le compte-rendu précède, quels sont les éléments anecdotiques et poétiques figurent dans cette *Astronomie.* Il reste à le faire connaître, qui sera facile, au moyen de quelques citations prises un peu hasard.

Dans le chapitre sur les éclipses et les marées, par exemple propos de l'éclipse solaire du 1er janvier 1889, visible a environs de San Francisco, nous est donné le très émouvant ré d'une éclaircie obtenue au milieu d'un ciel obstinément couv de nuages, juste pour le moment de la totalité de l'éclipse, et c par l'intercession de la sainte Vierge. La mission scientifi américaine chargée d'observer le phénomène se composait cinq astronomes dont un Père jésuite et quatre protestants

(1) Le R. P. Chapporin, de Saint-Louis (Missouri), et MM. les Prof seurs Pritchett, Nipher, Engler et Vuller. L'auteur de *L'Astrono pittoresque* publie le récit même du P. Chapporin donné successivem

Loin de s'éclaircir, le ciel se couvrait de plus en plus, les quatre astronomes protestants se décourageaient. Le religieux employa ses soins à les rassurer, leur promettant, au nom de la bonne Mère qui est au ciel et qu'il invoquait à cet effet, que les nuages s'écarteraient pendant quelques instants après le premier contact, de manière à laisser voir très complètement la totalité. Les professeurs, comme on pense, avaient peu de confiance dans la prédiction ; il en arriva cependant comme elle avait dit : une trouée se fit dans les nuages, peu large mais suffisante pour percevoir en toute liberté le phénomène après le premier contact, mais avant la pleine totalité. La joie de tous fut égale à la stupéfaction de quatre d'entre eux.

Un autre exemple encore d'anecdote. Cette fois c'est à l'occasion de la détermination de la latitude. Le fait est rapporté par Dumont d'Urville dans son *Voyage autour du monde*. Le baron suédois Norberg s'employait chaque jour, par forme de passe-temps, à *faire le point*, armé d'un sextant, à bord d'un navire chinois où il se trouvait comme passager sur l'océan Indien. Le commandant (chinois) du bâtiment l'observait avec curiosité. L'opérateur lui expliqua le mieux qu'il put, par l'intermédiaire d'un interprète, le mécanisme de l'opération et lui montra comment, au moyen d'un réflecteur et de verres colorés, il ramenait sur la ligne de l'horizon le disque du soleil dépourvu de rayons. Le marin chinois parut vivement impressionné de cette expérience physique et tint à peu près ce langage au voyageur suédois : " Oui, tu fais venir le soleil au niveau de l'océan ; tu sais, de cette manière, à quelle hauteur il est ; je comprends cela. Mais si tu calcules ainsi l'élévation, tu dois calculer aussi la profondeur. Combien y a-t-il de pieds d'eau sous le navire ? „

Cette fantastique appréciation rappelle le légendaire et facétieux problème : Un navire à voiles est arrêté par un calme plat, il n'a plus que pour tant de jours de vivres ; on demande l'âge du capitaine. On comprend l'ahurissement de Norberg à l'énoncé d'une pareille question.

— " Eh bien ! insista Tzing-Fong, le commandant chinois, tu ne peux pas me dire la profondeur de la mer ?.... Tu vois donc que ta science est vaine et que vous autres d'Europe, vous n'en savez pas plus que nous. „

Depuis ce jour, ajoute Dumont d'Urville, le digne homme prit

dans la *Semaine religieuse* de Vannes, dans l'*Univers* du 27 juin 1890, et enfin dans la *Semaine religieuse* de Cambrai, du 5 juillet suivant.

en pitié notre théorie nautique ; et ce fut pour lui sans doute nouveau motif de se complaire dans les procédés de la navigat chinoise.

Veut-on maintenant quelques spécimens de fragments p tiques inspirés soit directement par l'astronomie, soit à l'occas de phénomènes astronomiques ou de prétentions s'y rattachar

Les vers suivants, de Daru, servent d'épigraphe à l'article concerne la planète Mercure :

" Dans l'Océan de flamme incessamment plongé,
Roulant sa masse obscure en un orbe allongé,
Divers dans ses aspects, Mercure solitaire
Erra, longtemps peut-être, inconnu de la terre. "

A propos de l'état actuel des connaissances qui nous révèl la Lune comme un astre dépourvu d'eau et d'atmosphère, et, suite, inhabitable et inhabité, l'auteur constate que nous v bien loin de certains observateurs trop clairvoyants d'il y a d siècles et demi dont il cite, d'après Molière, ce dialogue :

" *Armande :* Il me tarde de voir notre assemblée ouverte
Et de nous signaler par quelque découverte.

*Philaminte :* Pour moi, sans me flatter, j'en ai déjà fait une
Et j'ai vu clairement des hommes dans la lune.

*Bélise :* Je n'ai point encor vu d'hommes, comme je crois.
Mais j'ai vu des clochers tout comme je vous vois (1).

Voici maintenant Virgile qui, dans la première Géorgiq nous décrit les étoiles filantes :

" Sæpe etiam stellas, vento impendente, videbis
Præcipiter cœlo labi, noctisque per umbram
Flammarum longos a tergo albescere tractus. "

Dans un ouvrage *pittoresque* sur l'astronomie, la question fort à la mode de nos jours, de l'habitation des astres, ne pouv être évitée. Du moins l'auteur la traite-t-il avec toute la rése dubitative qui convient en un point où l'on n'a pu jusqu'ici édi que des " hypothèses toutes gratuites, de purs jeux d'esp fort étrangers à la solution cherchée. " Sous le bénéfice de c sage déclaration, il reproduit les beaux vers dans lesquels F tanes résume les imaginations formulées par les fantaisistes son temps.

Envisageant la question au point de vue des théologien

(1) *Les Femmes savantes*, acte III, scène II.

montre, en s'appuyant sur de Maistre, Rohrbacher, le P. Gratry, le P. Monsabré, le P. Lescœur, qu'ils sont bien plutôt favorables qu'hostiles à une telle hypothèse, qu'aucun dogme ne touche ou ne contrarie d'ailleurs.

En résumé, *L'Astronomie pittoresque* offre une lecture facile, où les données purement scientifiques sont énoncées avec clarté et agréablement entremêlées de passages relevant de l'érudition, mais d'une érudition des plus variées et des plus étendues.

JEAN D'ESTIENNE.

## X.

THÉORIE NOUVELLE DE LA VIE, par FÉLIX LE DANTEC, ancien élève de l'École normale supérieure, Docteur ès sciences. — 1 vol. petit in-8° de 323 pages. — Paris, Alcan, 1896.

Cet ouvrage, très savant, rempli de faits et d'observations minutieuses, offrant des théories ingénieuses et bien liées, n'échappe pas, cependant, à un défaut, commun au surplus à une trop nombreuse École, qui consiste à repousser dans le domaine de l'inconnaissable tout ce qui ne résulte pas de la constatation immédiate des faits matériels. Autrement dit, l'auteur n'admet pas, ne connaît pas d'autre voie pour arriver à la certitude que le témoignage des sens.

" Nous ne pouvons, dit-il en terminant, établir de lois que *pour ce qui frappe nos sens*, pour les phénomènes ; aussi ne devons-nous parler que de ce que nous observons. "

Il est cependant des phénomènes parfaitement caractérisés, pleinement susceptibles d'être observés, et qui *ne frappent pas nos sens*. Une autorité que notre auteur, sans doute, ne récuserait pas, feu Thomas Huxley, étendait la méthode d'observation aux phénomènes internes, je veux dire aux phénomènes de l'ordre intellectuel ; et lui qui niait la substance, ou plutôt qui la déclarait incognoscible et se proclamait *agnostique*, considérait toutefois l'existence de la substance spirituelle comme moins improbable que celle de la substance matérielle. N'admettant, lui non plus, d'autre méthode d'arriver au vrai que la méthode d'observation, il ne niait pas, il reconnaissait même, au moins

implicitement, comme démontrés par l'observation les phén mènes de l'ordre spirituel (1).

Mais il y a, dans l'École à laquelle il est ici fait allusion, u parti pris de nier toute source de connaissance autre que témoignage des sens. Et cette École, qui affecte, pour s'en ten à l'observation des phénomènes, de repousser systématiqueme tout principe non tiré de l'expérience, s'appuie sur un *à prio* que non seulement rien ne démontre, mais dont l'expérien interne montre au contraire l'inanité.

Ce n'est pas toutefois que M. Le Dantec ne reconnaisse da une certaine mesure ce que l'ancienne psychologie appelait l phénomènes de conscience. Mais ceux-ci ne sont à ses yeux q des phénomènes secondaires, accessoires, quelque chose d'an logue à la végétation du gui sur des pommiers ou sur d trembles ; ce sont simplement des *épiphénomènes* greffés s les vrais phénomènes, sur les phénomènes physiologiques, u peu à la manière dont les plantes dites épiphytes naissent et développent sur des végétaux proprement dits.

C'est ainsi que notre auteur, beaucoup plus docteur, peut-c croire, ès sciences qu'en philosophie, considère la vie intelle tuelle et morale, " la vie psychique „ comme il l'appelle, — c'est même la conclusion de son livre, — comme étant " un ép phénomène de la vie physiologique „. A ses yeux " l'individuali psychique est le résultat de l'épiphénomène qui accompagne mémoire. „ Et pour ne laisser aucun doute dans l'esprit d lecteur sur le véritable sens de sa pensée, il ajoute aussitô logiquement d'ailleurs, que cette vie psychique " cesse avec vie physiologique (2). „

C'est, on le voit, une théorie d'un matérialisme absolu.

Pour arriver à cette conclusion, l'auteur, histologiste expér menté, commence par établir une distinction, qu'il estime fond mentale, entre ce qu'il appelle la vie plastidaire ou *vie élémentai* et la vie polyplastidaire ou *la vie* proprement dite ; ce que l'c pourrait appeler, en d'autres termes, vie unicellulaire et v pluricellulaire.

La vie polyplastidaire ou pluricellulaire, " la vie „ complèt ne serait autre que la résultante, dans un organisme donné, d

(1) Voir à ce sujet l'excellente notice consacrée à Thomas Huxle par le R. P. Hahn S. J., dans la livraison d'octobre 1895, et le po scriptum qu'il y a ajouté dans celle d'avril 1896.

(2) *Théorie nouvelle de la vie*, p. 319.

vies partielles ou élémentaires de toutes les *plastides* ou cellules dont il se compose, de même que la " vie élémentaire „ de chacune de ces cellules ou plastides résulterait des réactions des atomes innombrables dont elle est formée. D'où l'on voit déjà que, contrairement à l'opinion d'autorités scientifiques comme Claude Bernard et de toutes les Écoles spiritualistes, le phénomène de la vie se réduirait à une opération chimique, au moins dans la pensée de notre savant histologiste.

" Nous savons, dit-il page 201, que la vie élémentaire doit être considérée comme une *propriété chimique* de certains corps appelés plastides. „ Mais comme la *vie* proprement dite, la vie complète, n'est que la résultante de toutes les " vies élémentaires „ des cellules ou plastides dont se compose le corps organisé qui la possède, il s'ensuit forcément que la *vie* n'est qu'une propriété chimique, une propriété d'ordre exclusivement matériel par conséquent.

Cependant ce n'est que dans la troisième et dernière partie de son travail que l'écrivain expose explicitement et avec détails ses conclusions franchement matérialistes. Elle a pour titre : *Vie psychique*. C'est la vie psychique à la façon dont l'entend l'auteur. Sans doute on peut la considérer au point de vue des " relations entre la psychologie de l'homme, son histologie et sa physiologie „. Toute la question réside dans la manière de comprendre ces relations ; s'il s'agissait de relations de condition, c'est-à-dire si les phénomènes d'ordre histologique et physiologique étaient considérés comme la *condition* indispensable, mais non comme la *cause* efficiente de la vie psychique, une entente serait possible et même facile avec le savant auteur. Mais c'est de relations de cause à effet et non de relations de condition qu'il entend parler. De là sa théorie des *épiphénomènes* de conscience, produit accessoire, accidentel des faits physiologiques, " épiphénomènes „ dont on ne peut nier l'existence puisqu'elle se constate d'elle-même, mais dont la nécessité ne se constate point et qui pourraient ne pas exister.

En résumé, on retrouve ici, dans un travail très étudié, très approfondi, développé avec le calme et la sérénité qui siéent à la bonne foi, le vice, ou plutôt l'omission, qui fait la faiblesse de la philosophie scientifique dans l'École matérialiste, en la condamnant à n'arriver jamais qu'à une partie de la vérité.

Enchaînée par ce faux principe posé *à priori*, qu'il n'existe pas d'autre mode de recherche des connaissances que l'observation des faits matériels, cette École confond constamment les

conditions nécessaires à l'éclosion et à la conservation de la v avec la cause même du phénomène de la vie. C'est ainsi q avec un travail considérable de recherches, d'expériences, d'c servations minutieuses qui font le plus grand honneur aux talei d'investigation du savant, le philosophe n'arrive qu'à des conc sions incomplètes et partant fausses, dès qu'elles sont donné comme solution entière et définitive.

JEAN D'ESTIENNE.

## XI.

LA FRONTIÈRE LINGUISTIQUE EN BELGIQUE ET DANS LE NORD LA FRANCE, par GODEFROID KURTH, professeur à l'Université Liége. Ouvrage couronné par l'Académie royale de Belgiq tome I. — 1 vol. in-8°, pp. 588. — Bruxelles, Société belge Librairie, 1896.

Qu'est-ce que la toponymie? L'étymologie du mot répond à question : " c'est la science des noms de lieux et le mystérie réservoir de souvenirs dont beaucoup sont contemporains d premiers âges d'un peuple, et qui, tous, ont quelque chose à no raconter sur les hommes et sur les choses du passé „, comme dit si heureusement M. Godefroid Kurth (1).

Cette science a été longtemps discréditée, parce que livr aux interprétations de la fantaisie et pratiquée seulement p ceux qui n'y apportaient aucune préparation philologiq sérieuse, elle a produit souvent les résultats les plus bizarr

Qu'on nous permette, pour justifier cette assertion, un souve personnel. Il y a quelques années, nous avons publié dans ce REVUE un article sur le *Séjour de l'humanité post-diluvienne* ( Nous avons essayé d'y défendre les preuves de la traditi biblique et de l'interprétation commune qui fait atterrir l'arc de Noé sur les sommets de l'Ararat en Arménie. Un bienveilla lecteur voulut nous témoigner sa joie et nous adressa des féli tations : " Oh, combien vous avez raison, nous écrivait-il. M

(1) *La Frontière linguistique en Belgique et dans le Nord de France*, t. I, p. 3.

(2) T. XIII, pp. 445 et suiv.; t. XIV, pp. 85 et suiv.

pourquoi avez-vous négligé l'argument de la toponymie? C'était bien sur l'Ararat que devait s'arrêter l'arche. Son nom seul est un sûr garant de la vérité historique. N'est-ce pas là en effet que devait s'arrêter le vaisseau sauveur *ratis* et que fuma l'encens du premier autel élevé au Tout-Puissant, *ara* ? „

Mais, hâtons-nous de le dire, la toponymie traitée avec méthode, suivant des règles fixes, tenant compte des lois sévères de la philologie peut rendre de grands services à la science historique. La toponymie relève de la linguistique, et elle doit reposer sur des étymologies vraies, absolument certaines. L'écrivain que nous avons déjà nommé, M. Godefroid Kurth, a tracé dans les lignes suivantes les règles que doit suivre la toponymie pour atteindre sûrement ses effets. " L'objet propre de la toponymie, ce sont les noms divers sous lesquels l'homme a de tout temps désigné les lieux habités par lui, et sa méthode, c'est l'étude de ces noms d'après leur développement historique, tel que le déterminent les lois de la philologie. Il s'agit tout d'abord, pour le toponymiste, de rassembler les formes éparses des vocables sur lesquels doivent porter ses investigations, ensuite de poursuivre chacun dans ses vicissitudes de tout genre, depuis le jour où il apparaît pour la première fois dans l'histoire jusqu'à celui où il prend sa forme actuelle, puis, enfin, après avoir constaté d'une manière authentique toutes ses variations, d'en rendre compte à la lumière des lois connues. Ce premier résultat acquis, il se trouvera en possession d'un certain nombre de radicaux dont il déterminera la nationalité, dont il s'efforcera de saisir le sens, et dont le sens, chaque fois qu'il l'aura débrouillé, lui apprendra souvent les circonstances mémorables ou du moins intéressantes qui ont présidé à la naissance de ce nom. „

Cette dernière assertion est peut-être trop absolue. Il n'arrivera pas toujours qu'après avoir débrouillé le sens d'un nom de lieu on se trouvera à même de connaître " les circonstances qui ont présidé à la naissance de ces noms „. Un exemple. Quand la toponymie nous aura fait découvrir que Grammont veut dire " Mont de Gérard „ *(Gerardi mons)*, il faudra que l'histoire vienne à notre secours pour préciser les circonstances intéressantes qui ont concouru à la formation de ce nom. Je dirais que la toponymie fait soupçonner ces circonstances, met sur la voie de leur exacte connaissance, mais par elle-même elle est impuissante à fournir une interprétation complète, il faut que l'histoire vienne à son aide, et, par exemple, pour le cas

cité nous apprenne qui fut ce Gérard, fondateur de Gramm ou du moins qui lui laissa son nom.

Les études toponymiques peuvent mener à des résul importants pour l'histoire primitive des peuples, la suite de le migrations, leurs caractères ethniques.

C'est à la solution d'un problème, en apparence plus mode que M. Kurth vient d'appliquer la méthode et les principes d toponymie. On avait posé à l'Académie royale de Belgi la question suivante : " Tracer sur la carte de la Belgique et départements français limitrophes, une ligne de démarcat indiquant la séparation actuelle des pays de langue romane des pays de langue germanique „. On demandait davanta on voulait savoir " si cette ligne est restée ou non la même de des siècles, ou si, par exemple, telle commune flamande devenue wallonne et *vice versa* „.

A la première question, M. Kurth répond en disant " que frontière linguistique suit en Belgique un tracé qui, cou d'abord du sud au nord et ensuite de l'est à l'ouest, partage le pays en deux parties presque égales. La première ligne démarcation a son point initial dans le sud du Luxembourg, e le village de Halanzy, qui est wallon, et celui de Battincourt, est germanique. Elle passe ensuite vers le nord-ouest entre Va et Hachy, puis tournant au nord, elle se confond, à partir Tintange jusqu'à Beho, avec la frontière grand-ducale. Ren en Belgique, elle ne tarde pas à suivre la frontière prussie jusqu'au delà de la province de Luxembourg. „ Elle pén dans la Prusse rhénane, où elle laisse sur la gauche le pays Malmédy, " puis revenant en Belgique, près de la Barac Michel, elle s'infléchit au nord-ouest pour atteindre la Meuse nord de Visé. Après avoir descendu ce fleuve jusqu'à Lan et gardant toujours la direction occidentale, elle suit, entre provinces de Liége et de Limbourg, les limites administrati avec quelques enclaves wallonnes dans le Limbourg (Lan Eben-Emael, Wonck, Roclenge-sur-Geer, Otrange, Corswaren quelques villages flamands dans la province de Liége (dan pays de Landen). Dans le Brabant, la frontière des lang sectionne cette province en deux parties fort inégales : les ar dissements de Bruxelles et de Louvain étant flamands, quelques villages wallons à leur lisière méridionale, et l'ar dissement de Nivelles étant tout entier wallon. A part quelq localités du nord, le Hainaut tout entier est de langue wallo comme la Flandre orientale, à l'exception des villages de Rus

gnies, d'Amougies et d'Orroir, est entièrement flamande. Après avoir franchi l'Escaut, la ligne de démarcation des langues longe dans le sud de la Flandre occidentale une lisière de communes wallonnes : Espierres, Dottignies, Luingne, Mouscron, Comines, Houtem et Warneton. Au delà de Ploegsteert, elle pénètre en France ; arrivée à Saint-Omer, au lieu de garder sa direction occidentale et de gagner la mer par Boulogne, elle fait vers le nord une courbe assez forte pour atteindre le rivage dans les environs de Dunkerque. „

M. Kurth a donné, dans son livre, le tableau détaillé des communes qui, de part et d'autre, sont contiguës à la frontière linguistique. Un coup d'œil jeté sur la carte permet donc d'opérer ce tracé avec la plus rigoureuse exactitude.

Après avoir établi la limite actuelle des langues, M. Kurth aborde la question chronologique. De quand date cette frontière? Mais auparavant une question préalable s'impose. Peut-on retrouver cette date? A quelles sources, à quels documents faut-il la demander? Le seul moyen d'établir cette chronologie est de refaire, au moyen des chartes, des inventaires d'archives, des registres scabinaux, l'histoire toponymique de chaque commune.

Un exemple fera mieux comprendre la méthode que le simple énoncé des principes. Prenons le village de Zétrud. Il est aujourd'hui complètement wallon. Mais dans des actes, qui vont de 1384 à 1672, on lit des noms de lieux qui s'appellent *Hoelstrate, Lamberdal, 't Heideken, Cleyn Cappendale, aen de Popelieren.* A partir de 1672, la terminologie prend l'aspect suivant : *rue du Moulin ; la Bocquade, Petite Magelle, Chaveye des Lapins.* Il y a plus, en 1414, les échevins de Zétrud ayant porté une cause criminelle devant ceux de Feix, on dut adjoindre à ces derniers un échevin et trois autres personnes qui connussent le flamand. Trois siècles plus tard, en 1743, des habitants de Zétrud, actionnés en justice pour refus de paiement du cens, exigent qu'on plaide en français, tandis que la demanderesse, la douairière van der Gracht, soutient que le flamand est la langue de la localité. Il résulte de ces faits que l'idiome français prend le dessus à Zétrud à la fin du XVIII^e siècle.

Cela donne une idée du travail minutieux auquel s'est livré M. Kurth pour rechercher dans l'histoire du passé les fluctuations subies par la ligne de frontière des langues en Belgique. Il a dû, pour toutes les communes limitrophes de cette frontière, compulser les actes anciens et les documents historiques, et en

extraire les données relatives à la question qu'il cherchait élucider.

Voici le résultat sommaire de ces patientes investigation Sur la rive droite de la Meuse, c'est-à-dire depuis Halanzy ju qu'à Visé, " aussi loin que l'étude des *lieux-dits* nous perm de pousser nos investigations dans le passé, nous constato que la frontière linguistique de ce côté n'a pas subi des chang ments notables. De Halanzy à Berneau, le français a, d'espa en espace, entamé le domaine de l'allemand ou du flamand, ma sans jamais avancer plus loin que la largeur d'une seule co mune. C'est seulement dans l'ancien comté de Dalhem que s conquêtes sont plus notables, puisqu'il y enlève d'un coup quat communes à la fois „ ; Dalhem, Bombaye, Warsage et Berne qui sont aujourd'hui wallons, ont parlé flamand autrefois. " S la rive gauche de la Meuse, c'est-à-dire depuis le fleuve jusqu la Lys et de là jusqu'à la frontière française, la ligne de déma cation des deux langues a subi, depuis le XIIIe siècle, des fluctu tions un peu plus fortes que sur la rive droite, sans que l' puisse dire toutefois qu'elle ait nulle part fléchi d'une manié considérable. „ Il n'en est pas de même en France. " Là, il y eu un recul considérable de la langue flamande ; elle s'est retir vers le nord, abandonnant au français une large zone de ter toire qui était entièrement thioise, il y a quelque siècles, et la toponymie, seule, conserve aujourd'hui le souvenir de l'idion oublié. „

Les conclusions, que nous venons d'esquisser, portent, comm on l'a vu, sur la frontière linguistique de Belgique jusqu' XIIIe siècle. N'y a-t-il pas moyen de remonter plus haut ? N'exist t-il pas d'autres sources d'informations pour aller au delà cette date, qui est celle des monuments écrits.

C'est ici que la toponymie intervient et que l'interprétati rationnelle des noms géographiques est d'un grand secou pour déterminer le caractère ethnique et la langue des popul tions qui ont primitivement occupé la région. M. Kurth entr prend donc une étude détaillée des noms géographiques. commence par ceux qui renferment le suffixe germanique *hei* qui a le sens de " séjour, demeure, foyer „. Ce suffixe modif par les prononciations locales se rencontre en Belgique da les pays demeurés germaniques sous les formes suivantes *hei* (très rare *Reckheim, Nederheim), hem*, également rare *(Berthe Bornhem, Nerhem, Waelhem), em*, plus fréquent *(Beerne Cachtem, Bellem, Eykem, Houtem, Reckem, Rodenem, Waele*

*Wolsem), ghem, gem,* ordinairement en usage *(Adeghem, Bisseghem, Caeneghem, Edegem), um, om,* très fréquent dans le Limbourg et la province d'Anvers *(Berchom, Berghum, Bernum, Betecom, Brouckom, Heukelom, Ellicum, Elsum).* Dans les pays qui ont adopté depuis la langue romane, on retrouve le suffixe *heim* sous les formes *hain, ain, aing, in,* puis *inghem, inghen, ent.*

Après le nom du logis *heim,* celui de *sala,* qui désigne l'habitation du seigneur est également fréquent dans le vocabulaire géographique. Il y prend les formes de *sele, sel, zeel, zeele.*

M. Kurth étudie ensuite les suffixes *lar, laar, lier,* qui désignent également l'habitation, puis les suffixes *tun, thun, ton,* qui signifient enclos, le suffixe, *hove (hof,* en latin *curtis,* ferme ou métairie), *dorp, ster,* qui représente le *statt* allemand et le *stede* flamand. Ainsi Avister est, dans un acte de 1451, écrit *Avisteit.* Viennent encore *wijk, burg,* dont l'étymologie et le sens sont bien connus.

Le suffixe *ing,* qui est devenu *ingen, enge, ange,* et en roman *inium,* d'où *in,* et puis en passant par *anium, ay, aye, et.* La terminaison *ignies, igny,* si fréquente dans la toponymie de notre pays vient d'un thème *iniacum.* Tous ces suffixes paraissent être des noms patronymiques ; en effet, Merovech a donné les *Merovingen,* Lothar les *Lotharingen,* Karl les *Karlingen.* Voilà comment Audregnies est le séjour des descendants d'Althar, Bouvignies, celui de la famille de Bovo ou Bovinius, Ottignies aura été peuplé par un certain Otto, et Trazegnies aura reçu son nom d'un Trasinius.

M. Kurth hésite sur le sens du suffixe *mal, mael, malle.* On a pensé le plus souvent à le rapprocher du germanique *mallum,* mais la quantité s'y oppose. *Mallum* est bref, *mal* ou *mael* est toujours long. Il n'en est pas de même de *kerk, kerke, kerque, kerken, querque,* qui s'explique de soi-même.

Nous arrivons maintenant aux termes germaniques servant à désigner la configuration du sol ou les principaux phénomènes de la nature physique. Il y a d'abord le mot *beek,* dont la forme romane *baccus* ou *bacia,* atténuée en *bicia* dans les composés, a fourni les terminaisons *baix, bais, baye, bise, becq.* Quelquefois les deux formes germanique et romane existent concurremment. Il y a Corbeek en Brabant et Corbais dans le pays de Namur, Bierbais et Bierbeek, Nodebais se dit en flamand Nodebeke. De *bacia* a été formé un diminutif *baciolus,* qui a donné *bisoul,* comme dans Corbisoul, Marbisoux.

Le nom de la source a fourni les suffixes *bourne, bronne, bru*
On rencontre surtout dans le Pas-de-Calais les localités affect
de cette terminaison, preuve nouvelle que la frontière ger
nique a reculé assez considérablement vers le nord dans c
région.

*Stroom,* cours d'eau, et *meer* sont assez rares. Il est curi
de retrouver ce dernier mot dans les noms de Meix-devant-Vi
et Meix-le-Tige. Ces deux termes étaient autrefois *meeir, m*
*mers, meirs,* où, suivant une loi phonétique dont M. Kurt
démontré l'existence, *rs* a donné la chuintante *x*, comme *Fo*
a produit *Fouches.*

Les passages sur l'eau, les gués, s'appellent en thiois *voo*
que nous retrouvons sous les formes *voort, voordt, voor, fort.*
même ordre de choses se rattache la terminaison *brique, bru*
qui désigne le pont.

*Berg,* qui signifie montagne, et *dal,* qui indique la vallée s
fréquents dans la toponymie de la Belgique. Ces termes revê
les formes suivantes : *berg, bergue, bercq, berck, bert, dalle, d*
*delle.*

Dans la catégorie des noms désignant les endroits boisés,
en a sept qui dans nos régions sont entrés dans la terminolo
géographique : ce sont : *bosch, hage, holt, hirst, loo, wide, st*
Le plus usité est *loo,* qui s'abrège en *le* ou *l.* Ainsi Poed
s'appelle en 1259 Poderlo, Poppel est en 726 Pieplo, et en 1
Publo. Rousele est cité en 1105 sous la forme de Rondeslo d
le *Cartulaire de Saint-Bavon.* En roman, *loo* est souvent dev
*lot* (Averlot, Le Lot), ou *los* (Wattrelos, Berloz).

Un mot très fréquent dans la toponymie de notre pays, c
le mot *rode, rade, riete, reute, reuth,* et même *ert,* qui dési
le sart. Dans la région romane les formes sont encore plus a
rées, quoique reconnaissables dans les noms anciens. Ainsi
Rœulx, qui s'appelle en 868 Ruez, Broqueroie, au XII^e si
Brocherota, Céroux en 1219 Ros, en 1230 Rodium, en 1518 Sicc
Rodium ; Mispiroux, qui est en 1713 Mespelroux, " le sart
nèfles ", tous ces noms, malgré leur physionomie étrange, 1
ferment le mot *rode.*

Les champs sont désignés par les vocables *veld, land* et *ac*
En roman, *veld* a donné *vaut* ou *faut, vert* ; car Balvert se di
en 1393 Bardevelt ; Onglevert était en 1208 Hungrevelt.

Après avoir étudié les noms communs qui entrent dans
vocabulaire géographique, M. Kurth étudie les noms prop
Mais sur ce terrain il n'avance qu'avec grande défiance. Il a

de mode de retrouver dans l'onomastique des noms de lieux, les noms des Francs, des Frisons, des Saxons, des Suèves, des Cattes, des Danois, des Huns. Mais d'abord en ce qui concerne les Francs, il faut soigneusement distinguer entre les vocables flamands qui peuvent désigner les Francs et ceux qui doivent désigner les Français. De plus, il y a un prénom *Franco* devenu *Vranks* ou *Vrancx*. De même pour les Suèves, il existe un nom d'homme *Suobo*, qui a pu laisser sa trace dans les noms de lieux. Quant aux termes qui semblent devoir désigner les Huns, M. Kurth en fait prompte et bonne justice en montrant que l'on a affaire ou bien à *hun*, géant, ou bien à *hunno*, centenier, ou encore à *huna*, cours d'eau.

L'étude patiente des suffixes germaniques permet à M. Kurth de conclure que le domaine des idiomes thiois n'était pas au haut moyen âge plus étendu qu'aujourd'hui dans les provinces de Luxembourg, de Liége, de Brabant et des deux Flandres. Dans le Hainaut, et partout dans les deux départements français du Nord, et du Pas-de-Calais, l'élément thiois a perdu davantage. On peut aussi conclure de l'ensemble des faits que la " région où la presque totalité des noms géographiques peut être interprétée par l'idiome thiois, a été colonisée par un peuple germanique, et que celle, au contraire, où l'immense majorité de ces noms appartient à l'idiome roman, l'a été par une population de même langue ".

Nous venons de constater que les limites actuelles de la frontière linguistique de Belgique remontent certainement, à peu de chose près, au VIe ou au VIIe siècle. Il reste une question à résoudre. Quels événements ont donné lieu à la délimitation de ces frontières ? Les historiens ont donné à cette question diverses réponses, mais l'opinion la plus généralement admise est que l'invasion des barbares a déterminé le partage de la Belgique entre les populations romanisées et celles qui parlent un idiome germanique. La toponymie vient-elle appuyer cette manière de voir ? C'est le problème que M. Kurth cherche à résoudre dans la dernière partie de son livre.

Il constate d'abord que la toponymie démontre qu'à une époque déterminée la population celtique a occupé tout notre pays, c'est ce qu'atteste le nom de la plupart des cours d'eau. Vint la conquête romaine qui, en deçà de la chaussée romaine de Bavay à Cologne, latinise tout le sud de la Belgique dont la partie septentrionale était encore relativement déserte. Au IVe et au Ve siècle, les Francs envahissent cette région septentrionale ;

ils y rencontrent toutefois, dans le Pas-de-Calais, près de Bo logne et de Saint-Omer, une colonie saxonne antérieureme établie dans le pays, et dont l'existence demeure attestée par groupe compact de 42 localités dont le nom se termine *incthon* ou *incthun*. Bien plus, la toponymie permet de trac assez exactement l'itinéraire des Francs. " Le point de dépa de la piste se trouve aux confins de la Taxandrie et du Brabai Là on trouve groupés les spécimens des principales catégori de noms de lieux que nous avons le droit de considérer comr proprement Saliens. De là, ils divergent dans trois directio différentes : vers le sud, où ils ne dépassent nulle part la rou de Bavay à Maestricht ; vers l'est, où les vastes marécages Limbourg belge leur formaient une frontière naturelle qu'ils semblent pas avoir franchie ; enfin vers l'ouest, où les atte daient des espaces merveilleusement ouverts et abandonnés, où se porta, par conséquent, avec une joyeuse ardeur, le gr de la nation salienne. „

Cet aperçu sommaire sur la méthode et les conclusions gén rales du livre de M. Kurth suffit pourtant à faire voir avec que rigoureuse critique il manie cet instrument nouveau de toponymie et quel secours la science des noms de lieux pe apporter à l'histoire et à l'ethnographie. L'ouvrage de M. Kur n'est point encore complet ; le second volume étudiera en dét le recul de l'idiome germanique et contiendra un appendi critique et la bibliographie détaillée.

J. Van den Gheyn, S. J.

## XII.

Das goldene Ophir Salomo's. Eine Studie zur Geschich der phönikischen Weltpolitik, von Dr. Carl Peters. Münch und Leipzig, 1895. — 1 vol. in-8° de 64 pages.

Cette brochure assez mince de volume touche à une gros question. On ne sera donc pas trop surpris de voir le comp rendu dépasser les limites que les proportions du livre à fai connaître semblaient indiquer.

Certains problèmes reviennent périodiquement à l'ordre d jour des préoccupations scientifiques. Parmi ces problèmes q

ont ainsi de perpétuels retours d'opinion, se trouve en première ligne celui du site du pays mystérieux d'Ophir, d'où les flottes de Salomon rapportaient les singes, les bois précieux, les paons, l'or et les pierreries.

On a écrit des volumes sur Ophir, et l'on a placé cette contrée dans les parties les plus diverses du monde. Plusieurs l'ont recherchée en Arabie, d'autres ont cru la retrouver sur différents points de la côte occidentale de l'Inde. D'autres encore sont allés plus loin et ont pensé qu'Ophir était Ceylan, Malacca ou Sumatra. Puis sont venus les partisans de la Colchide et de la Phrygie, enfin ceux du Nouveau-Monde, et en particulier du Pérou (1).

Trois opinions principales cependant méritent seules d'attirer l'attention ; la première place Ophir en Afrique, la seconde en Arabie et la troisième dans l'Inde. La seconde de ces opinions est presque abandonnée aujourd'hui. La première jouit aujourd'hui de nouveau de nombreuses sympathies. Les découvertes de M. Bent dans le Mashonaland, l'étude des ruines de Zimbabye et l'exploration des anciens placers aurifères du Zambèse ont donné à penser que les Juifs de Salomon allaient dans ces contrées recueillir les précieuses marchandises rapportées par les flottes qui partaient d'Ezion Gaber. Toutefois, jusqu'en ces derniers temps, c'est l'opinion favorable à l'Inde qui avait prévalu, à cause d'un argument philologique que l'on croyait irréfutable.

Il est dit dans la Bible qu'outre l'or et les pierres précieuses la flotte de Salomon rapportait d'Ophir de l'ivoire *Shen-habbim*, du bois de santal, *almougim*, des singes, *qôf* et des paons, *tukkiyim*. Or, ces quatre mots ne sont pas sémitiques, ils appartiennent aux langues de l'Inde, au sanscrit et au tamoul.

En effet, *tukki*, dont *tukkiyim* est le pluriel, représente le tamoul *tôkei*. Quant à *almougim*, il faut y voir le sanscrit *valgu*, qui devient *valgum* dans la langue du Malabar. Le nom du singe *qôf* est le sanscrit *kapi*, et *Shen-habbim* est un nom composé du mot hébreu *shen* qui signifie " dent „ et du mot *habbim* que l'on dit être une corruption du mot *ibha*, qui en sanscrit veut dire éléphant.

Sur ces données, voici donc comment on raisonnait, avec Max

(1) M. l'abbé Vigouroux, *La Bible et les découvertes modernes*, 4e édit., t. III, pp. 577-579, donne une bibliographie très complète de ces diverses opinions.

Müller : " Les noms employés pour désigner les singes, les paor l'ivoire et le bois d'algum sont en hébreu des mots étrangei absolument comme *gutta-percha* et *tabac* sont des mots étrange en français. Or, si nous voulions savoir de quelle partie ( monde le gutta-percha fut d'abord importé en Europe, nous ı risquerions pas de nous tromper beaucoup en supposant qı cette substance a dû nous venir du pays où le mot gutta-percl faisait partie de la langue parlée. De même, si nous pouvo trouver une langue à laquelle appartiennent les noms du sing du paon, de l'ivoire et du bois d'algum, qui étaient étrangers ( hébreu, nous serons en droit conclure de là que le pays ( cette langue était parlée a dû être l'Ophir de la Bible " (1).

Ce raisonnement d'un des fondateurs de la science philol gique en notre siècle ne me semble pas absolument rigoure et inattaquable. Il montre sans doute que, si les mots *qôf, she habbim, tukkiyim* et *algumim* sont hindous, c'est de l'Inde qı ces produits sont originaires, tout comme le tabac provient ( Nouveau-Monde et le gutta-percha de la Malaisie. Mais il ı s'ensuit pas nécessairement que la flotte de Salomon soit all chercher des produits dans l'Inde, pas plus qu'on n'est oblig aujourd'hui d'aller chercher le tabac outre-mer. Je le veux bie l'analogie est un peu forcée. car les relations commerciales o de nos jours éparpillé les produits du monde entier dans d proportions inconnues aux temps primitifs. Mais les Juifs n'o pas été les premiers navigateurs ; les Phéniciens les ont précéd sur toutes les mers, et les Babyloniens eux-mêmes ont été ( bonne heure en contact maritime avec l'Inde par le gol Persique. Dès lors peut-on affirmer avec certitude que les Jui sont allés chercher dans l'Inde même les produits, pour indie qu'ils fussent ?

Quoi qu'il en soit, en fait, l'argument philologique que no venons de rappeler, a été longtemps regardé comme irréfutabl et l'on était assez généralement d'accord pour admettre qu' tranchait la question du site d'Ophir d'une façon définitive ( irréfragable.

Il n'en est plus de même aujourd'hui. Les découvertes récente dans le Mashonaland au sud de l'Afrique ont donné un regai de vogue à l'opinion qui place Ophir en Afrique, dans la régio de Sofala. Mais pour faire admettre cette manière de voir, s

(1) *Leçons sur la science du langage*, 1867, p. 253.

partisans ont senti qu'il fallait à tout prix se débarrasser du témoignage peu favorable de la philologie comparée.

Jusqu'à quel point ils ont réussi dans cette entreprise, c'est ce que nous allons d'abord examiner.

En ce qui concerne le mot *qôf*, on en a appelé à l'égyptien *kaf*. De vrai, Champollion (1) cite le terme hiéroglyphique, qui, d'après Brugsch (2), désigne l'espèce de singe appelée *Cercopithecus*, identification également admise par Birch (3) et Robert Hartmann (4). On en conclut que les Juifs ont pu connaître le singe et son nom en Egypte, et que l'hébreu *qôf* ne dérive donc pas nécessairement du sanscrit *kapi*, grec κῆπος.

A première vue, la présence dans la langue égyptienne de ce terme *kaf*, si semblable à l'hébreu *qôf*, semble bien faite pour ébranler l'argumentation en vertu de laquelle Ophir a été placé dans l'Inde. Mais il importe de remarquer que la philologie égyptienne n'est pas fixée sur l'origine du mot *kaf*. Ce terme n'est pas usuel en hiéroglyphique pour désigner le singe; le vocable ordinairement employé est *kan* (5). On n'a nulle preuve qu'en égyptien *kaf* n'est pas un mot étranger et emprunté comme l'hébreu *qôf*. Aussi longtemps que l'on n'aura pas démontré que le terme *kaf* est absolument indigène en Égypte, on n'aura pas sérieusement entamé l'origine sanscrite du mot hébreu *qôf*.

On procède de la même façon pour ce qui regarde le mot *shen-habbim*, et l'on prétend qu'il est bien superflu de chercher dans l'Inde l'interprétation du mot *habbim* et de la rapprocher du sanscrit *ibha*, d'autant plus que Weber assure que ce terme sanscrit *ibha* désigne l'ivoire seulement dans des textes récents. Il est bien plus simple de songer au mot égyptien *āb*, *ābu* (6).

J'avoue qu'au cas présent cette dernière hypothèse est fort séduisante, et je n'ai aucune objection à y opposer; pour ce mot *shen-habbim*, du reste, les indianistes n'ont jamais été d'accord, et il a toujours résisté à leurs essais d'interprétation. L'identi-

(1) *Monuments de l'Égypte*, p. 328.
(2) *Hieroglyphisches Wörterbuch*, p. 1511.
(3) *Zeitschrift für aegyptische sprache*, 1866, p. 11.
(4) *Ibid.*, 1864, p. 9. Cfr. aussi Rödiger, dans le supplément au *Thesaurus* de Gesenius, p. 110. Il indique également *kaf* comme le nom du singe dans les documents égyptiens.
(5) Pierret, *Dictionnaire hiéroglyphique*, au mot singe.
(6) Inscription de Pepi I, l. 298; inscription de Merenza, l. 181 et ailleurs.

fication avec le mot égyptien *ābu* est donc fort plausible. Voi quelques faits qui rendent cette opinion presque certaine. I nom *āb* de l'ivoire est bien indigène en Égypte; au contrai dans les langues sémitiques et aryennes, il apparaît comme u emprunt. Partout il y figure à l'état isolé. En égyptien, au co traire, il a formé une souche qui a produit de nombreux rameau En égyptien, *āb* signifie primitivement *corne ;* de là tous l sens connexes de bœuf, d'éléphant, d'ivoire, d'os, puis d'obje primitivement construits en ivoire comme la fourche, le rayc de roue, la proue du navire.

En outre, c'est en égyptien que le terme apparaît pour première fois (1). Dès la plus haute antiquité, l'Égypte fait commerce de l'ivoire (2), que ses artistes travaillaient av adresse. Nous savons aussi par quelle route l'ivoire affluait e Egypte, il arrivait des régions du Haut-Nil, et la ville d'Élépha tine, appelée en égyptien *Abu,* semble indiquer soit la limite d pays des éléphants, soit le grand marché d'ivoire de l'Égypt

On le voit, il s'en faut que pour l'antiquité l'éléphant asiatiq ait fourni le monopole du commerce de l'ivoire. Les traditio égyptiennes, dès les temps les plus reculés, donnent la preu que le premier ivoire qui fut répandu par le monde, provie de l'éléphant d'Afrique, des pays de Koush et de Punt (3).

Si les adversaires de la théorie qui mène les vaisseaux d Salomon jusque dans l'Inde ont bien réussi pour l'explicatio du mot *shen-habbim,* ils ont été aussi malheureux que possib pour celui qui désigne les paons *tukkiyim.* Sans motif aucu ils ont nié que ce terme désignât les paons, alors que l'exégès est presque unanime sur ce point. De plus, ils prétendent qu l'on doit voir dans les *tukkiyim* la poule d'Afrique, *Gallin africa,* appelée, d'après Ritter (4), *tukka,* et qui aujourd'h encore sous le nom de *kanga* est fort recherchée des chasseu africains.

Malheureusement, on ne peut pas se fier à cette orthograph de *tukka* donnée par Ritter, qui ne connaissait guère les idiome africains. Bien au contraire, les récents travaux sur les langue

(1) Lieblein, *Handel und Schiffahrt in alten Zeiten,* p. 71.
(2) Perrot et Chipiez, *Histoire de l'art dans l'antiquité,* t. I, pp. 838-
(3) Sur toute cette question voir un intéressant article de M. E. L fébure, *Une Tradition africaine sur l'ivoire*. Le Muséon, t. XII pp. 25-33.
(4) *Erdkunde,* t. XIV, p. 419.

de l'Afrique ont montré que ce terme revêt les formes de *ngoukou, koukou, jogou, koko, ukoko, ekoko* etc. (1), toutes formes qui se rapprochent très peu de l'hébreu *tukki*.

Sur ce point donc, on n'a pas battu en brèche la théorie de l'origine indienne des denrées apportées à Jérusalem par la flotte de Salomon.

On ne cite aucun mot africain ou égyptien qui corresponde au terme *almugim* désignant le bois de santal ; mais on conteste l'interprétation biblique. On fait remarquer que le mot *almugim* n'apparaît pas nécessairement dans la Bible avec le sens de bois de santal. A la vérité, le sens n'est pas déterminé, et ce sont les traducteurs et les exégètes qui l'ont établi. Abusivement, dit-on, d'autant plus que la Bible favorise peu cette interprétation. En effet le mot *almugim* reparaît dans un autre passage (2) sous la forme *algumim*. Il y est dit par Salomon à Hiram de lui envoyer du Liban du bois de cèdre, du bois d'*algumim* et des pins. Or le Liban ne produit pas de bois de santal. De plus, même à l'endroit où il est question de produits d'Ophir (3), il y a dans la Bible des restrictions peu favorables à l'opinion qui traduit *algumim* par bois de santal. L'écrivain rapporte que Salomon se servait du bois d'*algumim* pour faire des étais de la maison de Dieu et du palais du roi, des cithares et des lyres pour les chanteurs. Si les derniers détails sont admissibles, il n'en est pas de même pour les premiers. Le bois de santal est du bois de futaie qui se débite en petites buchettes, et dont les dimensions restreintes semblent impropres à fournir des étais pour un temple et un palais.

Ces difficultés ne sont pas nouvelles. On a déjà essayé d'y répondre d'une manière générale en disant que peut-être il vaut mieux traduire *algumim, almugim,* par bois précieux, plutôt que par bois de santal. Du reste, le mot sanscrit *valgu*, qu'on a rapproché d'*almugim* a plutôt ce sens générique, et le sens de bois de santal est déjà un sens dérivé.

Cette réponse ne tranche pas la difficulté, surtout elle laisse subsister entière l'objection que fait le passage où Salomon demande de l'*almugim* du Liban. De plus, j'avoue que l'étymo-

(1) Voir Johnston, cité par E. Dupont, *Lettres sur le Congo*, p. 603, et Torrend, *A comparative Grammar of the South-African Bantu Languages*, p. 83.

(2) II. *Paralip.*, II, 8.

(3) III *Reg.*, X, 11, 12.

logie d'*algumim. almugim* tirée du sanscrit *valgu* ne m'a jam satisfait.

Il résulte de cette discussion que l'argument philologiq invoqué pour placer Ophir dans l'Inde a perdu la moitié de valeur. Sur quatre des produits prétendument indiens que flotte de Salomon rapportait d'Ophir, deux, l'éléphant et le b de santal, sont mis sérieusement en question quant à leur o gine. L'éléphant porte plus probablement un nom égyptien nous reporte par conséquent à l'Afrique. Quant au bois d'*alm gim,* nous restons dans le doute. La Bible n'ayant pas elle-mêı suffisamment déterminé le sens du mot *algumim,* il serait tén raire de hasarder des interprétations sans appui dans le te sacré. Or tel est le caractère de toutes celles qu'on a composé et dont aucune ne s'impose.

L'argument philologique n'est pas toutefois le seul qu'on fait valoir en faveur de l'Inde pour le site d'Ophir. En vo quelques autres. C'est le géographe Karl Ritter qui les a exp sés avec le plus de détail.

La version grecque des Septante traduit Ophir par Σωφ Σουφίρ. Σοφιρά. Les lexicographes coptes disent que Sophir, c'e l'Inde avec ses îles. On remarque également que le traducte arabe de la Polyglotte traduit Σουφίρ dans le passage Isaïe XI II, par *El Hend,* c'est-à-dire l'Inde. L'historien Josèphe affirme également que les flottes de Salomon sont allées da l'Inde, qui autrefois s'appelait *Sophira.* D'autre part, le Périp d'Arrien (2) semble confirmer ces données quand il signa l'*emporium* d' Οὔππαρα, Σουπάρα, qui ressemble de bien pr au Σοφιρά, la désignation grecque d'Ophir, comme le plus anci marché de l'Inde. Οὔππαρα était situé sur l'emplacement actu de Goa.

Assurément, ces données sont intéressantes et offrent à pr mière vue un côté spécieux. Mais il ne faut pas en exagérer valeur probante. Que prouve l'interprétation des Septante et d lexicographes coptes ? Qu'Ophir doive être identifié avec l'Ind Nullement. Les Septante reflètent l'opinion de leur époq probablement celle de l'École d'Alexandrie, mais cette opini ne vaut que pour autant qu'elle est démontrée. Autant faut-il dire du témoignage de Josèphe. Quant au texte du Périp

(1) *Antiquit. Judaeorum,* VIII, 6, § 4.
(2) *Arriani Periplus Maris Erythraei,* édit. Hudson, p. 30.

d'Arrien, il remonte à une époque trop récente pour porter beaucoup de lumière sur des faits relatifs à la plus haute antiquité.

Mais il est temps d'examiner les titres nouveaux que la théorie de l'Ophir africain fait valoir en sa faveur. Le 5 septembre 1871, Karl Mauch retrouvait les fameuses ruines de Simbaoé ou Zymbabye (1), parfaitement connues d'ailleurs des Portugais au XVIIe siècle. En 1892, M. Théodore Bent reprenait l'étude de ces curieux monuments du Mashonaland. Depuis lors bien des hypothèses ont été échafaudées sur le caractère et l'origine des grandes ruines de l'Afrique australe. La seule qui soit universellement admise et qui semble répondre à la réalité des faits, c'est que les travaux, consistant principalement en tours et en enceintes fortifiées, et tous situés à portée des mines d'or en exploitation, ont servi de dépôt ou de défense.

Il est avéré que pendant des siècles le Mashonaland a été un centre actif d'exploitation aurifère. C'est là que de temps immémorial les Arabes vont se fournir d'or. Les Axomites d'Éthiopie connaissent aussi le chemin qui mène aux mines australes. Ce commerce de l'or entre le sud de l'Afrique et Arabie et l'Ethiopie est attesté dès la plus haute antiquité, et l'on trace la chaîne assez ininterrompue de la tradition depuis le géographe Ptolémée jusqu'à l'arrivée des Portugais au Monomotapa.

Ces données très curieuses, soupçonnées par plusieurs auteurs tels que Huet (2), d'Anville (3), Robert Bruce (4), Schultes (5), sont aujourd'hui mises en pleine lumière. On a cru devoir augmenter encore la portée de ces faits et les rattacher aux voyages de la flotte de Salomon.

C'est là une hypothèse pure ; aussi la plupart de ses partisans se contentent-ils de la présenter sous ce titre modeste. Quelques-uns cependant ne veulent pas se contenter de la simple possibilité, et ils essaient de démontrer péremptoirement la certitude de l'identification d'Ophir avec Sofala.

Tel est surtout le but du travail de M. Carl Peters, auquel nous arrivons enfin. M. Peters argue d'abord de l'étymologie du

(1) Voir *Ergänzungsheft*, no 37 des *Mittheilungen* de Petermann, avril 1874.

(2) *Commentaire sur les navigations de Salomon* dans *Traités géographiques*, t. II, p. 65 sqq.

(3) *Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, t. XXX, pp. 83 sqq.

(4) *Reise nach Abessinien*, t. I, p. 479.

(5) *Paradies*, pp. 86, 296, 309 sqq.

mot Ophir. Il est impossible d'après lui de n'être point frap de la parenté de ce mot avec le nom de l'Afrique.

Le terme Afrique nous vient du latin *Africa,* mais cet adje qui se rapporte au substantif sous-entendu *terra* dérive l même de *Afer*, qui chez les anciens désignait l'habitant du c tinent noir. Or *Afer* représente littéralement *Ophir*.

D'autres considérations viennent appuyer cette première c statation de fait, nous parlons toujours d'après M. Peters, d nous allons reproduire d'abord toute l'argumentation, sauf à discuter ensuite. Gesenius et Sprenger ont comparé le n hébreu *Ophir* à l'arabe *âfir* (en dialecte arabe du Sud *ôfe* qui veut dire " rouge ". Or les Chinois (on ne les attendait gu en cette affaire) nous enseignent que la partie méridionale monde est appelée le domicile de l'oiseau *rouge* (1), et de v sur leurs anciennes cartes le sud est représenté par le *Fou* ou phénix rouge. Cet exemple n'est pas unique. M. Peters cr que la mer Rouge a reçu ce nom parce qu'elle est située au s du peuple qui l'a ainsi dénommée. De même les Égyptiens ap laient *Punt* ou *Phoun* le mystérieux pays d'où ils rapportaie comme les Hébreux d'Ophir, de l'or, de l'ivoire, des bois p cieux, des peaux de léopard, des singes. Or *Phoun* n'est p autre chose que la racine du mot que l'on retrouve en latin sc la forme *Poeni, Puni,* les Phéniciens, et en grec sous celle de Φοῖνιξ. Mais Φοῖνιξ s'explique par φοῖνος " rouge ". Le pa de Phoun, c'est donc le pays des rouges, et il est en même tem situé au sud de l'Égypte.

On voit déjà poindre la conclusion de M. Peters. L'étymolo du mot Ophir lui a révélé qu'il s'agit d'un pays situé au s de la Palestine et que ce pays est l'Afrique. Toutefois ces c clusions étymologiques, il veut bien le reconnaître, ne dépass point les limites de la simple possibilité, et de plus elles sc trop vagues. Ce serait peu d'avoir placé Ophir quelque part Afrique. Il faut arriver à la certitude et à la précision p d'autres données. Trois régions africaines ont porté cette dé mination d'*Afer,* qui fut plus tard appliquée à toute la gran presqu'île. C'est d'abord la région de Carthage dont les in gènes furent désignés par les Romains sous le nom d'*Af* Toutefois cette région ne répond d'aucune façon aux conditic du pays d'Ophir, telles que la Bible les décrit. Inutile d'insis longuement sur ce point. La seconde région africaine où le n

(1) Cfr. Schlegel, *Uranographie chinoise,* p. 1.

d'*Afer* a été particulièrement en usage est " l'espace triangulaire compris entre la chaîne éthiopienne, la mer Rouge et le cours de l'Aouach „. Là " le gros des habitants, nomades ou sédentaires, constitue la nation des *Afar* ou *Afer*, désignée plus communément par les Européens sous le nom de Danakils (1) „. Est-ce là qu'il faut placer l'Ophir de la Bible ? M. Peters ne le croit pas, car le pays des Danakils n'offre nulle trace d'une exploitation aurifère. Enfin, il reste la région de Sofala. Or Sofala s'appelle en réalité *Sofara*, comme l'atteste le voyageur Mauch (2), et d'autre part nous avons déjà dit que pour Ophir la version biblique des Septante a les variantes Σουφίρ, Σουφείρ, Σωφίρ, Σωφείρ, Σωφηρά, Σωφαρά. Ce dernier terme représenterait la forme gréco-égyptienne d'Ophir avec le préfixe *Sa*, qui en égyptien veut dire „ pays „. *Sa-Ophir, Sophir*, Σωφίρ serait donc l'exacte traduction du latin *terra Africa*. A la même latitude à peu près, le même radical reparaît dans le nom ancien du fleuve *Sabi* ou *Sabia*, qui coule entre le Limpopo et le Zambèse, et dans le nom du mont *Fura*, qui se dresse à 225 kilomètres de Tete.

Or, dès la plus haute antiquité la région de Sofala et du Zambèse apparaît dans l'histoire comme le pays de l'or par excellence. Les récentes explorations de M. Théodore Bent (3) ont fait voir que les exploitations aurifères du sud de l'Afrique remontent à la plus haute antiquité, que ce pays était le centre d'une production d'or intense, puisque, d'après un calcul de M. F. B. Fairbridge, les travaux d'extraction couvrent un espace de 4000 milles anglais. Toutes ces données répondent très exactement et seules à la description du trafic d'or que Salomon et David faisaient avec Ophir. Ce trafic était considérable, puisque Salomon parle de 450 kikkar et David de 3000 kikkar d'or rapportés de là-bas. Or, le kikkar valant à peu prés 42,6 kilogrammes (4), nous arrivons au poids énorme de 1917 et de 127 800 kilogrammes d'or exportés d'Ophir à Jérusalem. Ce n'était pas trop des immenses quantités d'or fournies par l'Afrique australe, et M. Peters ne voit pas dans l'ancien monde d'autres centres miniers dont la production réponde aux fantastiques descriptions faites par la Bible de la richesse des rois d'Israël.

(1) Reclus, *Nouvelle géographie universelle*, t. X, p. 298.
(2) *Petermann's Mittheilungen*, t. VII, avril 1874.
(3) *The Ruined Cities of Mashonaland*, London, 1892.
(4) Soetbeer, *Das Goldland Ophir*, p. 67.

Nous venons d'exposer dans son en
M. Peters ; il est temps de l'apprécier. Un
Ce sont d'ingénieuses combinaisons, mais
reusement d'assiette solide. Tout repos
d'*Ophir* et d'*Afer*. Or, rien de moins dém
appartient le mot latin *afer* ? Est-ce un t
Latium, ou bien fait-il partie de la langu
ginois ou des peuples berbères du nord de
savons rien. Il n'y a donc aucun rapproch
Ophir et *Afer*. Dès lors, nous avons affair
ration, sans portée aucune pour des d
phiques. Autant faut-il en dire de l'étymol
philologue ne ratifiera, je pense, les tours
M. Peters pour identifier Ophir et Sofal
va bâtir tout un système sur cette étrang
qui font de la géographie colorée. " Cette
vaut tout l'or d'Ophir ", a dit spirituelleme

Les résultats archéologiques des découv
le Mashonaland ne semblent pas davantag
sions de M. Peters. A quoi se réduisent le
Loin de nous la pensée de déprécier ces
M. Bent a très soigneusement décrit les
civilisations disparues de l'Afrique austr
réussi à faire accepter unanimement ses
gine, les auteurs de ces monuments. Tant
tude est loin d'être faite sur tous ces prol
droit baser sur l'interprétation encore d
anciens travaux d'exploitation aurifère du
sion si grave que celle qui consiste à id
Bible avec le Monomotapa ? N'est-ce pas là
hypothèse, et bâtir sur le sable, selon l
M. Siegfried, dont nous avons déjà invoque

Nous regrettons vivement de devoir le
n'a pas démontré sa thèse. Il nous eût été tr
à sa suite proclamer la solution définitiv
depuis tant de siècles, passionne les espri
ration extrinsèque ne s'oppose à ce que l'

(1) *Theologische Literaturzeitung*, 1896, n° 8, p
(2) Voir A. Brou, *Zimbabyé. Les grandes ru*
dans ÉTUDES RELIGIEUSES, t. LXVI, 1895, pp. 235
(3) *Loc. cit.*

identifiée avec l'Ophir de la Bible. Ce fut, nous l'avons dit du reste, l'opinion d'un certain nombre d'anciens théologiens, et M. Peters n'a fait que remettre à la mode une thèse de jadis, il est vrai, avec des arguments nouveaux.

Il faut toutefois rendre cette justice aux récentes recherches sur le titre d'Ophir qu'elles ont ébranlé et peut-être ruiné l'opinion qui place Ophir dans l'Inde. En tout cas, l'argument philologique ne peut plus être invoqué, et le sanscrit doit être rayé de la Bible. Cette découverte du sanscrit dans le Livre des Rois, classique naguère encore, servait à un double usage. On prouvait par là, qu'Ophir était dans l'Inde et que la langue sanscrite avait une respectable vieillesse, puisqu'au temps de Salomon, elle était parfaitement fixée.

Ainsi finissent les vérités scientifiques les mieux accréditées, et je crains bien que la question du titre d'Ophir, demeurera longtemps encore sans solution satisfaisante. Aussi bien, elle rentre dans la catégorie des problèmes géographiques de la Bible, si ardus à déchiffrer à cause de notre ignorance relativement grande du vocabulaire de la géographie biblique.

J. G.

## XIII.

Cours d'économie sociale, par le P. Ch. Antoine, S. J. professeur de théologie morale et d'économie sociale. — Paris, Guillaumin. — 1 vol. gr. in-8° de 658 pages.

Dans un entretien avec un de nos sociologues les plus distingués de Belgique, nous en vînmes à demander : Quel ouvrage à donner de confiance à qui voudrait s'initier sûrement aux grandes discussions du jour ? " Hélas! nous répliqua-t-il, que de fois l'on me pose cette question, et j'y réponds toujours : Je n'en sais rien, choisissez vous-même. Je n'ai aucun auteur à conseiller „.

Ainsi donc, malgré cette multitude d'ouvrages sur la question sociale, il y avait encore un vide à combler ! La raison en est, pour parler avec l'auteur dans sa préface, que, " les principales questions soulevées de nos jours, sous le nom générique de question sociale, touchent au monde moral et religieux en même temps qu'à l'ordre économique „. Combien peu sont compétents

sur ce triple terrain ! Combien peu même, dans la seule éconon politique, savent s'élever au-dessus des préjugés d'école et parti !

Dans le P. Antoine, nous trouvons un homme d'une com tence irrécusable, joignant à la sûre orthodoxie de la doctri une loyale impartialité de jugement. Travailleur infatigable déjà versé, grâce à l'enseignement de la théologie dogmatiq et morale, dans les questions morales et religieuses, il fut bien maître aussi de la science économique. Il commença un co d'économie sociale qui fut vivement goûté. Ces leçons, soign sement revues, lui permettent de répondre aujourd'hui à grand desideratum d'un livre s'inspirant " de trois sciences d tinctes que nous appellerons à témoigner à leur tour : le dr naturel, la théologie et l'économie politique. Cette triple lumi éclairera notre marche „. (Préface).

Qu'on juge par cet aperçu du plan combien le champ de question est exploré. Après une introduction sur la nature l'économie politique et la méthode qui lui convient, deux gran parties divisent l'ouvrage : *l'ordre social* et *l'ordre économiq*

La première contient une suite de chapitres sur la société p tique, l'état, ses fonctions, l'organisme social, la justice et charité. Une seconde section de cette partie définit la questi sociale elle-même et décrit les attitudes qu'ont en face d'elle trois écoles libérale, socialiste et catholique. Les différe groupes qui appartiennent à celle-ci sont indiqués et caractéris

La seconde partie analyse d'abord la production de la riches ses éléments et ses facteurs. Cela amène des chapitres sur travail, le capital, l'association et la liberté économique. Pass ensuite à la répartition de la richesse, l'auteur aborde les qu tions de droit de propriété, de la rente, de l'intérêt et l'usure, du salaire et du juste salaire. Des notions sur le pau risme, la charité, les assurances ouvrières, terminent ce section. Enfin, dans l'unique chapitre de la troisième secti l'auteur montre les tristes effets du luxe, et insiste sur l'épar et les institutions qui la favorisent.

" Ce livre, disait un homme qui, dans les bureaux du min tère du travail, consacre ses journées à ces études, est le meill ouvrage d'initiation „. Il dispense les commençants de bien recherches pénibles et souvent infructueuses dans les ouvra spéciaux de différentes sciences. Et les réponses admises par théologien dans ces questions épineuses seront avidement c

sultées par les hommes plus instruits, qui seront charmés d'ailleurs par la richesse de l'érudition et l'intérêt du style.

Tous nos vœux à l'auteur, pour la rapide diffusion de cet excellent livre.

A. V.

## XIV.

LE CERVEAU PICARESQUE, par le R. P. A. J. DELATTRE, S. J. — Bruxelles, *Société belge de Librairie,* 1897. — 1 vol. in-16°, 267 pages.

Le R. P. Delattre, bien connu par ses publications relatives à la Bible et à l'histoire de l'Orient, fait trêve un instant à ces travaux d'une nature si paisible, et nous offre une œuvre de polémique destinée à un cercle plus étendu de lecteurs. Sous ce titre *Le Cerveau Picaresque,* il entreprend l'examen des étranges théories ethnologiques et exégétiques exposées durant ces dernières années par un de nos plus féconds écrivains belges, M. Picard, avocat du barreau de Bruxelles, et sénateur socialiste du Hainaut. Cet auteur a essayé d'établir la loi mystérieuse qui préside à l'histoire de l'humanité; il faut, d'après lui, la chercher dans l'antagonisme des races, surtout de la race aryenne ou indo-européenne et de la race sémitique. Doués de caractères radicalement opposés et par conséquent irréductibles, les Aryens et les Sémites ont rempli de leurs luttes l'histoire des vingt-quatre derniers siècles ; car le premier choc des deux races c'est, pour M. Picard, l'invasion de la Grèce par les Perses, dont il fait des Sémites ! Le christianisme nous apparaît, chez M. Picard, comme la plus remarquable évolution de l'esprit aryen. Pour lui, en effet, Jésus et saint Paul ne sont plus sémites et juifs, mais aryens ; sous sa plume Jésus est l'Aryen-type. Pour le besoin de cette thèse, les Perses redeviennent, ce qu'ils sont en réalité et dans la conviction de tous les savants, des Aryens. Jésus descend peut-être de quelque Persan établi en Palestine ! Le triomphe de l'aryanisme fut malheureusement incomplet et presque stérile ; car " l'Église hiérarchique „, corrompue par les idées sémitiques de l'Ancien Testament, altéra profondément l'œuvre de Jésus. " Il fut parmi tous les génies précurseurs, le seul qui dut étendre

à deux mille ans le miracle de la prévision pour les vérités
il fut l'apôtre. „ La grandeur du Christ nous est apparue " a
cet ornement spécial, si héroïquement triste d'un insuccès v
fois séculaire (1) „. Heureusement que le véritable esprit
christianisme, si longtemps refoulé dans la conscience
masses opprimées, a repris le dessus avec le socialisme cont
porain, qui en est la plus haute expression.

M. Picard essaie de nous montrer dans le Nouveau Testan
le prélude des théories collectivistes dont il s'est constitué l'ar
défenseur ; en particulier le Sermon sur la Montagne lui appa
comme le résumé des aspirations socialistes, qui étaient
celles des foules galiléennes si avides, pour ce motif, de la pa
de Jésus (2).

Le R. P. Delattre ruine aisément par la base le système et
logique de son adversaire. Il nous le montre confondant pe
tuellement les races et les langues, attribuant au rameau ar
pour ce seul fait et sans plus d'examen, les peuples converti
christianisme ; attribuant les mêmes peuples tantôt à une r
tantôt à une autre, suivant la convenance du moment. Avec
procédés aussi peu scientifiques, il n'est point de système, q
ne puisse essayer de défendre. L'auteur du *Cerveau Picares*
relève agréablement les ignorances de toute sorte et les pe
tuelles contradictions de son antagoniste ; l'ethnographie, l'
toire, la géographie viennent tour à tour donner à M. Picar
plus solennel démenti.

Nous signalons spécialement les pages très intéressante
très actuelles où l'auteur examine le caractère socialiste attri
par son adversaire aux doctrines du Nouveau Testament, ce
M. Picard appelle " l'accord ininterrompu entre la prédicatio
Jésus et le socialisme contemporain, si fraternel, si intègre e
pur (3) „. Pour défendre cette thèse, M. Picard nous montre d
Jésus l'irréconciliable ennemi de quiconque possède quelq
arpents de terre, le prédicateur exclusif des miséreux, de c
plèbe dont il aimait à dire les incomparables vertus. " Si
tard, d'autres, les possédants et les heureux, enfin conve
parce que la montée populaire était irrésistible, ont tenté
prendre, pour eux aussi, la déclaration du menuisier Jésus,

(1) *Contribution à la révision des origines du Christianisme*, p. 4
(2) *Le Sermon sur la Montagne et le Socialisme contemporain*, p
19, 27-32.
(3) *Le Sermon sur la Montagne*, p. 89.

ont dénaturé l'esprit plébéien qui seul inspirait ses discours, et ont abusivement généralisé ce qu'il ne proclamait que pour les miséreux (1) „. L'idéal que Jésus propose au peuple est celui d'une félicité purement terrestre ; il leur promet cette vie au jour le jour qui exclut tout souci pour le lendemain et qui sera l'heureuse réalisation de la maxime socialiste " A chacun suivant ses besoins „, besoins dévorants, dont M. Picard donne l'idée dans sa *Vie simple*, et dans sa brochure intitulée *Comment on devient socialiste*.

Le R. P. Delattre suit son adversaire pas à pas dans chacune de ses affirmations, et dans un commentaire très suggestif du Sermon sur la Montagne et d'une foule d'autres passages de l'Évangile, il démontre sans peine la violence faite au texte évangélique. Assurément Jésus aimait avant tout les petits et les humbles, mais il ne flattait point la foule. Ces auditeurs " en multitude „ dont le Christ, à en croire M. Picard, ne pouvait assez exalter les admirables vertus, sont en réalité jugés très sévèrement par le Sauveur ; il les proclame " sourds, aveugles, incurablement endurcis „ (MATH. XIII) ; il leur reproche de le suivre, non par goût pour l'aliment supérieur qu'il apporte à leurs âmes, mais uniquement parce qu'il les a rassasiés de pain (JOAN VI) ; il leur adresse enfin les terribles malédictions que l'on connaît (MATH. XI).

D'autre part, si Jésus disait aussi de dures vérités aux riches, il ne les repoussait point : " Les exemples pour le prouver abondent dans les Évangiles. Ainsi rien n'y paraît avec plus d'évidence que la sollicitude spéciale de Jésus pour les publicains, ou agents du fisc, pas tous des miséreux assurément. Il choisit même un de ses Apôtres dans cette classe de la société, Mathieu ou Lévi, employé du bureau de la douane à Capharnaüm. Mathieu donna à cette occasion un repas auquel assistèrent avec Jésus, *une foule* de publicains et autres. Le détail ne révèle pas la pauvreté chez Mathieu. Personne n'ignore la manière pleine d'affection et de tendresse dont Jésus se comporta envers Zachée, riche publicain de Jéricho, à la maison duquel, suivant son expression, il donna le salut ou la vie éternelle. Et de quelle condescendance il usa envers Nicodème, maître en Israël et membre du grand Conseil de la nation à Jérusalem, disciple timide et caché d'abord, qui se révéla ensuite avec tant de courage et de dévouement, aussitôt après la mort de Jésus. Le Christ

(1) *Le Sermon sur la Montagne*, p. 28.

avait-il repoussé Joseph d'Arimathie, un riche disciple, membr lui aussi du Sanhédrin, Joseph d'Arimathie, qui descendit de l croix le corps de Jésus, lui rendit les derniers devoirs avec Nicc dème, et le déposa dans le tombeau qu'il s'était fait tailler pou lui-même dans le roc ? J'oubliais le centurion de Capharnaüm assez riche pour bâtir une synagogue à ses frais, un croyant don Jésus admira la foi et la déclara au-dessus de tout éloge. Qui n connaît l'amitié de Jésus pour Lazare et ses sœurs Marthe e Marie, de Béthanie près de Jérusalem, famille aisée à en juge par l'hospitalité large que Jésus trouve chez elle, et par cett fiole renfermant une essence précieuse d'une valeur de plus d trois cents deniers, au moins deux cents francs, dont Marie par fume les pieds de Jésus, lors d'un repas donné en son honneur che un habitant de Béthanie. Enfin, parmi les femmes qui suivaien Jésus et soutenaient le collège apostolique de leurs aumônes, j remarque une Joanna, épouse de Chusa, intendant d'Hérode tétrarque de Galilée, et selon toute apparence une personn cossue, associée à d'autres qui disposaient au moins de quelque ressources. „

Les premiers prédicateurs de l'Évangile en usèrent de même " Un des tout premiers chrétiens dont parlent les *Actes*, est l grand trésorier de la reine d'Éthiopie... Une des première conquêtes de saint Paul est le proconsul romain Sergius Paulu en Chypre, etc. „.

A entendre M. Picard les classes supérieures se sont enfi converties au christianisme par l'impossibilité de résister à la montée populaire. — " Invraisemblable erreur ! dit le P. Delattre Dès le commencement du IIIe siècle, Tertullien ose écrire au empereurs : " Nous sommes d'hier, et nous remplissons tout ce qui est à vous : les villes, les bourgs, les municipes, les assem blées, les camps mêmes, les tribus, les décuries, le palais, le sénat, le forum : nous ne vous avons laissé que vos temples „. Et au proconsul d'Afrique, disposé à persécuter les chrétiens " Que feras-tu de tant de milliers de personnes, hommes e femmes, de tout âge, *de tout rang*, qui se présenteront à toi ? „ Tertullien pouvait-il parler ainsi aux empereurs et aux procon suls, si les faits n'étaient pas notoires ? D'ailleurs un siècle avan Tertullien, Pline le Jeune se plaint déjà, dans un rapport à Trajan, de la multitude de chrétiens *de tout rang*, qu'il es chargé de poursuivre dans sa province de Bithynie. Qu'est-c donc qui forçait tant de citoyens et de sujets romains de condi

tion supérieure à embrasser le christianisme? „ Ce n'était assurément aucune guerre de races ou de classes.

Si l'idéal proposé par Jésus est celui d'un bonheur purement terrestre, que deviennent la vie future, le jugement, le ciel, l'enfer, qu'il ne cesse d'inculquer dans sa prédication, quoi qu'en dise M. Picard qui proclame ces dogmes étrangers au christianisme primitif. Que deviennent ces préceptes si souvent répétés de l'abnégation, de la pénitence ? Sans doute, dès cette terre le centuple est promis à quiconque veut le suivre, mais c'est un centuple " avec persécutions „ (MARC x). Jésus veut qu'en certains cas on meure au service de l'idéal qu'il promet ; il nous offre comme un type de félicité, Lazare, mourant de faim, couvert d'ulcères, à la porte du mauvais riche. Son idéal se concilie parfaitement avec les afflictions sans remède sur la terre, et même avec la mort violente. " Loin de leur promettre la félicité temporelle, Jésus demande à ses disciples la résignation et la patience comme une vertu d'exercice quotidien. Naturellement il ne supprime pas plus la pauvreté que les autres afflictions. Il donne clairement à entendre que la misère noire, et l'entier dénûment jusqu'à la mort, seront, dans certains cas, le lot des plus vertueux. La providence qui nourrit les sectateurs du royaume des cieux, se subordonne à cette fin supérieure... Selon Jésus, il y aura toujours des pauvres, car l'aumône demeure un des grands facteurs de la béatitude céleste jusqu'au jugement dernier... De même une des grandes causes de damnation sera d'avoir négligé l'aumône. Par conséquent toute théorie qui rêve la disparition de la pauvreté du milieu des hommes se place en dehors de l'Évangile et ne l'invoque que par ignorance ou par mauvaise foi. „

Peut-on ignorer ces choses et écrire sur l'Évangile ? La méthode de M. Picard, complaisant prophète de "l'ouragan des justices finales „, rappelle celle des novateurs allemands du XVIe siècle, qui, la Bible à la main, provoquèrent un immense soulèvement et des massacres, vengés bientôt par la plus sanglante des répressions.

A. C.

---

# REVUE

# DES RECUEILS PÉRIODIQUES

## ANTHROPOLOGIE.

**A propos du Pithecanthropus.** — Les lecteurs de la REVUE on déjà fait connaissance avec le Pithecanthropus du Dr Dubois (1 Est-ce un homme? Est-ce un singe? Est-ce un type intermédiair entre l'homme et le singe? Ne serait-ce pas plutôt un cas anoı mal, pathologique? A toutes ces questions les anthropologiste ont donné les réponses les plus contradictoires.

La vérité est que le problème ne peut pas être résolu d'aprè ce seul individu incomplet et anormal.

En attendant que les formations tertiaires de Java nous fou nissent de nouveaux documents, M. Nehring vient d'appele l'attention sur un crâne humain recueilli dans un sambaquis, o amas de coquilles, près de Santos (Brésil) avec des outils e pierre (2). Ses proportions rapprochent ce crâne de la calott crânienne du Pithecanthropus. Il présente comme le crâne d Java un rétrécissement de la région post-orbitaire, qui fait pense à certains crânes de carnassiers et de singes. Le front est ba et fuyant. Les molaires sont disposées suivant deux rangée parallèles. Leur forme n'a aucun rapport avec celle des molaire

(1) Voir la livraison de juillet 1896, p. 311.

(2) Dr A. Nehring. *Ein Pithecanthropus aehnlicher Menschenschoede aus den Sambaquis von Santos in Brasilien* (NATURWISSENSCHAFTLICH WOCHENSCHRIFT), 17 novembre 1895. — L'ANTHROPOLOGIE, 1896, p. 63.

attribuées au Pithecanthropus. Elle se rapproche davantage de celle des dents de chimpanzé. C'est bien un homme. Mais ses caractères sont très dégradés.

Des portions de fémur de même provenance rappellent le fémur du gorille, par la largeur de la fosse intercotyloïde et la puissance du *condylus medialis*. La courbure en avant paraît avoir été faible comme dans le fossile de Java.

Le Pithecanthropus n'est donc pas un type absolument isolé, puisqu'il présente des analogies avec un squelette très certainement humain et d'une époque géologiquement très récente. Ce serait prématuré de le considérer comme une forme de passage entre l'homme et les singes.

**La terrasse de Villefranche (Rhône)** (1). — M. Depéret, professeur à la Faculté des sciences de Lyon, a découvert et étudié aux environs de Villefranche (Rhône), sur la rive droite de la Saône, un gisement quaternaire, consistant en une terrasse de graviers et de sable riche en ossements de mammifères. Elle s'élève à 10 ou 12 mètres au-dessus de la rivière.

La faune renferme le rhinocéros de Merck, le mammouth, le sanglier, le cheval, le bison, le cerf du Canada, le cerf élaphe et l'hyène des cavernes. Cette association représente la faune interglaciaire, sans mélange d'espèces septentrionales. Quelques silex du type moustérien ont été recueillis au même niveau.

La terrasse se termine, à sa partie supérieure, par une couche de lehm (ergeron et terre à briques) où se trouvent le rhinocéros tichorhinus et le renne. C'est un horizon géologique plus récent que celui des sables sous-jacents.

La présence de silex moustériens, associés à la faune interglaciaire, a soulevé de vives discussions. M. de Mortillet, pensant que les caractères archéologiques, tels qu'il les a définis, sont infaillibles, soutient que la faune des graviers de Villefranche est le produit d'un remaniement et d'un mélange ; que le rhinocéros qu'on y trouve serait le rhinocéros leptorhinus, provenant des sables tertiaires, qui existent en face, sur l'autre rive de la Saône ; qu'enfin la présence de silex du type moustérien oblige

(1) COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 8 août 1892 ; — L'ANTHROPOLOGIE t. VI, 1895, pp. 687-688 ; — COMPTE RENDU DES SÉANCES DE LA SOC. GÉOLOG. DE FRANCE, 1895 ; n° 16, pp. 179-180 ; n° 17, pp. 190-192-193 ; – BULLETIN DE LA SOC. D'ANTHROPOLOGIE DE PARIS, t. VII (IVe partie), p. 37 et suiv.

à classer la terrasse de Villefranche dans le quaternaire supéri
et non dans l'interglaciaire.

M. Boule croit aussi à un remaniement probable.

M. d'Acy réplique que le rhinocéros de Villefranche est bi
le rhinocéros de Merck ; que rien ne prouve le remaniem
supposé ; que les sables de Villefranche appartiennent par con
quent, avec tout leur contenu, au quaternaire inférieur ou int
glaciaire. D'après notre éminent collaborateur, la présence
mammouth et de silex moustériens ne contredit pas cette dét
mination. Il a rappelé que le mammouth se trouve déjà dans
pliocène de Cromer et que les types moustériens ont été r
contrés plus d'une fois dans le quaternaire inférieur.

S'il y avait eu remaniement, il serait étrange que l'on
trouvât pas d'autres débris de la faune tertiaire que les de
du rhinocéros leptorhinus. Mais est-ce bien le rhinocéros lep
rhinus? Les paléontologistes hésitent sur cette déterminati
Il est plus probable que l'espèce rencontrée à Villefranche n'
qu'une variété de grande taille du rhinocéros de Merck, d
signalée dans le gisement de Chelles, qui appartient au quat
naire inférieur. La seule différence entre Chelles et Villefranc
consisterait dans la forme du silex. Mais l'archéologie doit da
cette circonstance, comme dans d'autres, céder le pas à
paléontologie.

Je rappellerai que j'ai observé aux environs de Châlon-su
Saône une terrasse de graviers occupant, par rapport à la Saôn
le même niveau que la terrasse de Villefranche, et que je con
dère comme synchronique. Cette terrasse m'a fourni un sil
taillé du type chelléen. Le chelléen et le moustérien se trouve
donc, sur les bords de la Saône, au même niveau. C'est absol
ment conforme à la thèse que M. d'Acy soutient depuis longtemp

**La flore quaternaire** (1). — Les belles explorations
M. Piette dans les grottes des Pyrénées l'ont mis en possessi
de documents extrêmement intéressants pour l'étude du clim
et de la flore, pendant le quaternaire récent, postérieur
l'époque dite moustérienne.

Au début de cette période, les glaciers pyrénéens qui avaie
passé, pendant l'époque moustérienne, par une phase de gran
extension, sont à peu près rentrés dans leurs limites actuelle

(1) Piette, *Études d'ethnographie préhistorique.* L'ANTHROPOLOGIE, 18
page 1.

La végétation herbacée est abondante et nourrit de nombreux troupeaux de chevaux. Les forêts végètent puissamment. C'est ce que prouvent les nombreux débris d'éléphants et les charbons retrouvés dans les foyers des habitations humaines. M. Piette a cru reconnaître l'orge ou l'épeautre dans les sculptures de cette époque.

Au climat humide et tempéré de cette première phase succède un climat sec et froid. Le cheval est remplacé par le renne dans l'alimentation de l'homme. Les forêts reculent vers le midi. Le régime de la steppe s'établit dans une grande partie de l'Europe centrale. Les froids secs furent de courte durée. Les pluies redevinrent de plus en plus fréquentes et l'adoucissement du climat amena l'extinction du renne.

C'est alors que commencent à se former les tourbières. La tourbe prit surtout de l'extension pendant les âges suivants. Dans les grottes pyrénéennes et particulièrement au Mas-d'Azil, cette période, formant le passage entre l'âge du renne et les temps actuels, est représentée par des assises où le renne est remplacé par le cerf. Une de ces assises renferme, en immense quantité, des coquilles d'*Helix nemoralis,* qui est une espèce des pays humides. Aujourd'hui on ne la trouve plus dans la faune vivante des environs du Mas-d'Azil. Au-dessous de cette zone à escargots, abondent les ossements de sanglier, de castor, de grenouille, de poissons, des harpons de pêche, des charbons de bois brûlé, des vestiges de litières formées de grandes herbes. Tout cela correspond à un climat tempéré et humide.

Dans ces zones de transition, mais surtout dans la couche à escargots, M. Piette a recueilli, en grand nombre, des fruits et des graines du même âge que la couche. Ils y ont pris une coloration spéciale. Quelques-uns ont été brûlés. Tous les noyaux ont été incisés pour en extraire l'amande. Les uns appartiennent à des espèces sauvages, les autres à des espèces que M. Piette considère comme améliorées par la culture. Ce sont, parmi les premières : le chêne, l'aubépine, le prunellier, le noisetier, le châtaignier *(Castanea vesca);* et parmi les secondes : le blé *(Triticum vulgare),* le mérisier, diverses variétés de cerises *(prunus cerasus).* Le nom de *Cerasus* vient, dit-on, de Cérasonte, ville d'Asie mineure, d'où Lucullus aurait importé le cerisier en Italie, 68 ans avant J.-C. C'était un cerisier cultivé, puisque le cerisier indigène existait depuis longtemps en Occident à l'état spontané. Il faut citer encore au moins six variétés de prunier *(prunus insititia* et *prunus domestica);* le noyer *(juglans*

*regia).* Les noix sont plus grosses dans la couche à escarg qu'à la base des assises de transition. La comparaison entre c différentes variétés de fruits à noyaux établit un progrès, u amélioration des variétés sauvages. M. Piette en conclut que, c la fin des temps quaternaires, les habitants des cavernes c Pyrénées cultivaient à la fois le blé et les arbres fruitiers.

**La grotte des Hommes, à Saint-Moré (Yonne)** (1). M. l'abbé Parat, poursuivant ses savantes recherches dans l grottes de la vallée de la Cure, vient d'ajouter à ses précéde travaux le compte rendu d'une nouvelle exploration. La gro des Hommes, située à 29 ou 30 mètres au-dessus de la Cu avait été fouillée par un ouvrier inexpérimenté jusqu'à la p fondeur d'un mètre. Les recherches de M. l'abbé Parat ne port donc que sur la partie inférieure du remplissage, formé pierrailles et de concrétions. Il y avait, à la base, quelqu poches remplies d'un dépôt ocreux et de sable fluviatile.

La couche supérieure renfermait, paraît-il, un niveau archéo gique de l'époque néolithique, avec silex et poteries.

La zone quaternaire a donné une faune ainsi composé cheval (deux races, l'une grande, l'autre petite); ours c cavernes; hyène des cavernes; renne; cerf; mammouth; lou renard; marmotte; mouton ou chèvre, cochon, oiseaux.

Le mobilier comprenait des galets de rivière; des éclats silex, des burins, des grattoirs, des racloirs; puis des os trav lés, poinçons et pointes de sagaies; une plaque de fer oligi avec traces de raclage; des coquilles de littorine et de pourp cette dernière percée; une phalange de renne également perc d'un trou. C'est au demeurant un mobilier pauvre et primitif.

Les parois de la grotte présentent des surfaces polies, q M. Parat attribue au frottement des habitants primitifs.

Dans un caveau, qui termine le couloir, se trouvait un ossuai précédemment violé par des mains ignorantes. M. l'abbé Pa y a retrouvé un crâne humain encore engagé dans la stalagm et qu'il attribue à l'époque magdalénienne. C'est une sim probabilité. Il n'y avait pas de mobilier funéraire pour le dat

La note est accompagnée du plan de la grotte, de coupes long et en travers et de figures représentant les pièces prin pales.

(1) BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES HISTORIQUES ET NATUREL DE L'YONNE, 2e semestre 1895.

**La sculpture en Europe avant les influences gréco-romaines** (1). — Réagissant contre des idées trop absolues qui attribuent aux civilisations orientales l'éducation artistique des peuples européens, M. Salomon Reinach a cherché à montrer par de nombreux exemples empruntés à l'archéologie, que l'on peut suivre depuis les temps les plus reculés le développement d'un art indigène propre aux Européens.

Parmi les monuments les plus primitifs de l'art en Europe, on ne peut signaler aucune imitation ni de cylindres assyriens ni de figurines funéraires égyptiennes. Quand des analogies se présentent avec des objets de Troie, de Chypre, de Mycènes, d'Olympie, elles portent exclusivement sur des types qui n'ont rien d'oriental. La faune figurée par les grossiers artistes européens est uniquement européenne.

" Une difficulté, en apparence très grave, dit M. Reinach, était soulevée par la série des figures représentant des femmes nues, où l'on s'accordait à voir des imitations de l'Astarté babylonienne. Je me suis appliqué à établir que ce type était né sur place ; que loin d'avoir subi l'influence de la Babylonie, il s'était, au contraire, suivant toute probabilité, frayé un chemin vers les vallées de l'Euphrate et du Tibre. „

L'Europe n'est devenue que plus tard et, dans une mesure restreinte, tributaire des vieilles civilisations de l'Orient.

Mais les barbares qui habitaient les bords du Danube et du Rhin, à l'âge du bronze et au premier âge du fer, n'étaient pas réduits à tout recevoir du dehors.

Les premiers rudiments de l'art auraient donc pris naissance d'une manière indépendante en des lieux différents. Le caractère propre à l'art européen primitif était le goût des formes géométriques et la tendance à la stylisation, c'est-à-dire à une modification purement décorative des formes naturelles. Des motifs de décoration géométrique ont suggéré parfois l'idée de la forme humaine on animale ; mais dans ce cas les types indigènes sortis des schémas géométriques ont toujours été portés à y revenir. L'imitation de la nature a toujours été faible et contrariée par le goût décoratif.

Le travail de M. Reinach est très richement documenté. C'est un véritable *Corpus* de l'art primitif européen , depuis les temps paléolithiques jusqu'à l'âge des métaux. De nombreuses figures permettent de suivre l'évolution des types géométriques

(1) L'ANTHROPOLOGIE, 1894-1895-1896, conclusions : 1896, p. 189.

et les progrès de la stylisation, en faisant la part de l'imit
de la nature et de l'influence indirecte des modèles étran
C'est une œuvre très originale. Rien de semblable n'avait en
été tenté.

**De la pluralité des types ethniques chez les Négrille**
— Les races naines du continent asiatique commencent à
assez connues. On possède de bonnes descriptions de l
caractères anatomiques.

Il n'en est pas de même des pygmées de l'Afrique. D'a
un mémoire publié en 1879 par M. Hamy, ils se distinguer
de leurs voisins d'Asie par leur petite taille et par leur bra
céphalie.

Des documents nouveaux ont autorisé M. le Dr Verne
compléter cette étude et à modifier ces conclusions. A côté
Négrilles se rapprochant des Négritos asiatiques, il y a en Afr
des populations naines franchement dolichocéphales.

Les Négrilles à têtes courtes paraissent se rencontrer
toute la zone équatoriale de l'Afrique, depuis le pays des M
bouttous jusqu'à la côte occidentale.

Les Négrilles dolichocéphales occuperaient la même z
Chez les Akkas, il y a des têtes longues et des têtes cou
Ces deux types se sont croisés et il en est résulté un
mésaticéphale, représenté au British Museum par une fe
Akkas.

A l'ouest la mésaticéphalie peut être le résultat d'un cr
ment entre des Négrilles brachycéphales et des Nègres.

**Les pygmées européens** (2). — On sait que des sépult
ont été rencontrées dans la zone supérieure (néolithique) d
grotte du Schweizersbild à une profondeur variant entre 0.5
$1^{m}30$. Il s'y trouvait 26 sujets, dont quatorze d'une taille él
et 4 très petits. Leur taille moyenne n'était que de $1^{m}42$. Le s
lette d'une femme ne dépassait pas $1^{m}35$ et même $1^{m}318$.

M. Kolmann considère ces individus de petite taille co
les représentants d'une race de pygmées, comparables
Négritos ou aux Négrilles, qui auraient vécu, en Europe, à l'
que néolithique, au milieu de populations de grande taille.

(1) L'ANTHROPOLOGIE, 1896, p. 153.

(2) Kolmann, *Das Schweizersbild bei Schaffhausen und Pypma Europa* (ZEITSCHRIFT FUR ETHNOLOGIE, 1894). L'ANTHROPOLOGIE, p. 223.

Il cite à l'appui de cette thèse une découverte analogue faite à Messine. Il s'agit aussi d'un squelette d'adulte de très petite taille, décrit par M. Sergi. Le crâne était dolichocéphale (indice = 73.5).

M. Verneau a fait remarquer avec raison qu'il ne faut pas se hâter de généraliser et qu'il y a eu, de tout temps probablement, des nains et des familles de nains parmi les populations européennes.

**La préhistoire** (1). — C'est notre éminent collaborateur, M. le Mis de Nadaillac, qui a été appelé par ses fonctions à prononcer, cette année, le discours présidentiel à l'assemblée générale de la Société de l'Histoire de France. Il a parlé de ce qu'il sait si bien, de la préhistoire, et esquissé en quelques pages un tableau complet des temps préhistoriques. Tous ceux qui s'intéressent à cette question trouveront dans ce beau discours, très philosophique et très littéraire, les enseignements les plus sûrs et les données les plus justes sur l'état actuel de la science des origines, considérée dans ses grandes lignes et à un point de vue très élevé.

A. ARCELIN.

---

## GÉOLOGIE.

**Le calcaire carbonifère de la Belgique et du Hainaut.** — La livraison de janvier 1896 des ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD (t. XXIII, p. 201) contient un important mémoire de M. le chanoine de Dorlodot sur le calcaire carbonifère dans la Belgique et le Hainaut français.

Les divisions de cette formation, telles qu'elles avaient été établies à partir de 1861 par M. Ed. Dupont, ont dû subir depuis lors de nombreuses modifications. Non seulement M. Gosselet a combattu avec succès la théorie des *lacunes*, par laquelle M. Dupont cherchait à expliquer l'absence de certains types; mais M. de la Vallée Poussin a fait voir, en 1888, que l'un des

(1) ANNUAIRE-BULLETIN de la Sociéte de l'histoire de France.

étages admis, l'étage *waulsortien*, devait disparaître de la s stratigraphique, les roches qui le composent n'étant que *facies* spéciaux des assises du tournaisien supérieur et du vi inférieur. Depuis lors, l'œuvre d'assimilation a été poursuivie divers observateurs, notamment MM. Briart, Dewalque, Lo Stainier, enfin par l'auteur du mémoire, M. de Dorlodot.

Le principal résultat de ce nouveau travail est d'établir, le *dinantien* belge, une triple division exprimée par le tab suivant :

| | | |
|---|---|---|
| Étage dinantien | Sous-étage de Visé | Assise d'Anhée. |
| | | Assise de Dinant |
| | Sous-étage de Celles | |
| | Sous-étage d'Hastière. | |

L'auteur a cru devoir choisir une série de noms nouve depuis qu'il a été démontré (comme cela a été fait par M. Lo que le nom de calcaires de Tournai abrite des assises très rentes, et que la stratigraphie de la région de Visé est p culièrement confuse.

Le terme principal de l'assise de Dinant, qui débute p marbre noir du même nom, est la *dolomie de Namur*. Qua l'assise de Celles, elle monte du calcaire d'Yvoir au cal violacé de Leffe, et correspond à l'ensemble des calcaire Waulsort, où se rencontrent les constructions des stron poroïdes, lesquelles forment, non de vrais récifs, mais lentilles. Dans la région de Modave, cette même assise rev autre facies, celui du *petit granit*, où abondent les crinoïdes

M. de Dorlodot assimile à l'assise d'Hastière les calcair schistes d'Avesnelles, dans le Hainaut français. Il fait du cal de Marbaix l'équivalent de celui d'Yvoir, et admet que, to formant une unité continue, le calcaire de Bachant doit partagé en deux : une partie inférieure à faune waulsorti et une partie supérieure, que l'apparition de *Productus giga* rapproche du marbre noir de Dinant.

Toutes les divisions de second ordre n'ont d'ailleurs q valeur locale, et peuvent se grouper différemment suiva région du bassin qu'on étudie. Néanmoins, en consid l'ensemble, l'auteur estime qu'il est nécessaire de créer un étage moyen, pour la série des dépôts, à faune variable organismes constructeurs, qui séparent les couches à faune formément tournaisienne de celles où règne exclusiveme faune viséenne, que caractérisent *Chonetes papilionacea* et *ductus giganteus*.

**La flore permienne de l'Amérique du Sud.** — Dans le numéro de la REVUE du 15 avril dernier, il a été question de l'association des genres *Gangamopteris* et *Lepidodendron* dans les gisements houillers du Brésil méridional, que M. Zeiller rapporte décidément au permien.

Le même auteur a fait connaître récemment à la Société géologique de France (1) que MM. Kurtz et Bodenbender avaient aussi trouvé, dans la République Argentine, les genres *Glossopteris* et *Nevropteridium* en compagnie de *Lepidodendron*. Cette région faisait donc partie de la limite commune des deux grandes provinces botaniques.

**Le calcaire du Dachstein.** — Une des formations les plus curieuses du trias alpin est le *calcaire du Dachstein*, qui constitue, sur 1000 mètres d'épaisseur, le versant méridional de la montagne du même nom dans les Alpes de Salzbourg. On l'avait considéré autrefois, tantôt comme une couche de passage entre le trias supérieur et l'étage rhétien, tantôt comme le terme supérieur de ce dernier étage. Depuis lors, on a reconnu que ce massif calcaire allait, en réalité, depuis les couches de Raibl jusqu'à celles de Kössen, et M. de Mojsisovics (2) a montré que le *facies du Dachstein* était le type prédominant du trias supérieur, tandis que le facies exprimé par les calcaires fossilifères de Hallstatt n'est que subordonné, même dans la région typique qui s'étend de Berchtesgaden à Hernstein.

L'auteur a constaté qu'à diverses reprises des parties fossilifères se montrent dans le calcaire du Dachstein. Celles du bas indiquent la zone à *Tropites subbullatus*, équivalent du *Lettenkohle* de Franconie. Les autres, par la prédominance du genre *Stenarcestes*, se placent à la hauteur des calcaires de Hallstatt. Mais il y a mieux : le facies du Dachstein monte plus haut, et établit une transition continue du trias non seulement au rhétien, mais au lias inférieur, où il envahit même la zone à *Oxynoticeras oxynotum*. Le lias des Alpes orientales ne repose donc pas en discordance sur le trias, comme on l'avait cru. La série est continue et sans lacunes.

On voit par là combien il est dangereux de chercher, dans la région alpine, des arguments pour la délimitation des étages.

(1) 15 juin 1896.

(2) SITZUNGSBERICHTE DER K. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN, Wien, 9 janvier 1896.

L'intime liaison qu'on a signalée depuis longtemps entre le tr
et le rhétien des Alpes n'a pas plus de valeur que celle d
M. de Mojsisovics vient de fournir la preuve entre le rhétien
le lias. C'est dans d'autres contrées, où la géographie a subi
notables changements, qu'il convient de chercher à établir d
limites, en ayant soin, d'ailleurs, de ne leur attribuer qu'u
valeur régionale.

De toutes manières, il est bien intéressant de voir le calcaire
Dachstein, d'abord envisagé comme une unité, se décomposer
telle sorte qu'il devient l'équivalent en bloc de *quatorze* ou *qui*
des zones paléontologiques distinguées par M. de Mojsisov
dans la série normale du trias et du lias.

**Le crétacé inférieur du Mexique.** — Le Mexique est u
région bien peu connue au point de vue géologique, et, da
l'Atlas physique de Berghaus, la carte de cette région est presq
entièrement blanche, sauf pour le littoral du golfe mexicain,
elle indique un ruban continu de terrains secondaires.

Depuis quelques années, les efforts de M. R. T. Hill (1) et ce
du regretté Antonio del Castillo ont jeté beaucoup de lumière s
la constitution de la partie centrale du haut plateau. M. Hill a f
voir que cette région, très analogue au *Grand Bassin* des Éta
Unis de l'Ouest, était surtout constituée par un énorme dével
pement des calcaires crétacés, capables d'atteindre jusqu'à 60
mètres d'épaisseur. Ces calcaires, bleus ou gris, très compac
fortement disloqués, et rappelant tout à fait les formations p
maires, avaient été compris, par les précédents auteurs, sous
dénomination de *calcaires à hippurites*, et attribués au crét
supérieur.

M. Hill s'est attaché à montrer que les divers étages du crét
inférieur y étaient seuls représentés, à partir du néocom
inclusivement. Les rudistes ne sont pas des hippurites, mais b
des sphérulites et des radiolites, offrant la plus grande analo
avec ceux que M. Choffat a signalés dans le crétacé inférieur
Portugal.

Ainsi, à cette époque, une mer profonde séparait les de
Amériques. La transgression s'est fait sentir dès le dél
des temps crétacés, et tandis que cette invasion déterminait,
nord du Texas comme sur le Potomac, un régime d'estuai
semblable à celui du wealdien anglais, de grandes masses

(1) AMERICAN JOURNAL of SCIENCE, XLV (1893), p. 307.

calcaires se déposaient au centre de la région marine. Les dislocations du début des temps tertiaires ont plissé tout cet ensemble en formant le relief de la Sierra Madre orientale.

M. Hill a pu suivre, sur les limites du Texas et du Mexique, le passage latéral des calcaires compacts aux formations beaucoup moins solides de la *série de Comanche*, où les fossiles montrent une transition continue du néocomien au cénomanien.

Il convient de rapprocher de ces conclusions celles d'un récent travail de M. Paquier (1) sur la faune des calcaires barrémiens (urgoniens) de la région du Rhône. L'auteur y a constaté l'existence des Caprininés, représentés par deux genres, le premier qui serait une forme ancestrale de *Caprina*, le second se rapprochant de *Caprinula*. Comme d'ailleurs on sait que, dès cette époque, les genres *Caprotina*, *Polyconites* et *Stenopleura* avaient déjà fait leur apparition, il en résulte que la faune des rudistes du crétacé inférieur est étroitement liée à celle du cénomanien. Seuls les Radiolithinés et les Ichthyosarcolithinés y font défaut.

**Le crétacé de Madagascar.** — La présence du crétacé supérieur à Madagascar est clairement indiquée, dans la moitié occidentale de l'île, par des couches fossilifères, dont les unes contiennent les *Alectryonia ungulata* et *Ostrea vesicularis* de la craie supérieure, tandis que d'autres fournissent *Acanthoceras rotomagense* du cénomanien.

Près de Majunga, à une cinquantaine de kilomètres au sud, ces couches crétacées sont subordonnées à des argiles et à des grès où l'on a découvert des ossements de dinosauriens. M. Depéret (2) les rapporte aux genres *Titanosaurus* et *Megalosaurus*, tous deux représentés dans le crétacé de l'Inde. Ainsi se confirme l'hypothèse d'une jonction établie, à l'époque crétacée, entre l'île de Madagascar et le continent indien.

**La classification des niveaux à hippurites.** — M. Douvillé (3) a établi que, lors du développement des hippurites, la province orientale, comprenant le nord des Alpes bavaroises et autrichiennes, les péninsules italique et balkanique, l'Asie orientale et le nord de l'Afrique, devait être séparée de la province

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences, 15 juin 1896.
(2) Comptes rendus de l'Académie des sciences, 24 février 1896.
(3) Soc. géol. de France, 15 juin 1896.

occidentale, ne conservant avec elle que des communications restreintes et probablement intermittentes.

M. Douvillé a pu distinguer, dans cette région de l'ouest quatre horizons principaux, échelonnés entre le turonien supérieur et le campanien supérieur à *Orbitoides*.

De son côté, M. A. Toucas (1), étudiant spécialement la côte des Corbières, de la Catalogne, de l'Ariége et de la Provence, reconnu, à partir du turonien supérieur, 5 horizons d'hippurit dont le dernier, caractérisé par *Hipp. Castroi*, appartient danien supérieur. Par comparaison avec la Catalogne, M. Tou a pu établir que les couches à hippurites de l'Ariége, dont position a été longtemps douteuse, correspondent au campan moyen.

Le régime hippuritique a quitté la Provence dès le santon supérieur, et les Corbières après le campanien inférieur. C' dans la Catalogne qu'il a persisté le plus longtemps.

**Les diverses époques glaciaires.** — M. James Geiki donné récemment une classification des dépôts glaciaires Europe (2), dans laquelle il ne distingue pas moins de six époq glaciaires successives, séparées par cinq époques interglaciai Le tableau suivant fait connaître les noms qu'il a cru dev donner à ces divers épisodes :

| ÉPOQUES GLACIAIRES. | ÉPOQUES INTERGLACIAIRES. |
|---|---|
| XI. Turbarien supérieur. | |
| | X. Forestien supérieur |
| IX. Turbarien inférieur. | |
| | VIII. Forestien inférieur |
| VII. Mecklenburgien. | |
| | VI. Neudeckien. |
| V. Polandien. | |
| | IV. Helvétien. |
| III. Saxonien. | |
| | II. Norfolkien. |
| I. Scanien. | |

Le *scanien* correspond à la première époque glaciaire (pliocè de M. Penck, tandis que le *saxonien* représente le maxim d'extension des glaciers, c'est-à-dire l'époque des *morai*

(1) Soc. géol. de France, 15 juin 1896.
(2) Journal of Geology, Chicago, 1895.

*externes* de Suisse, et que le *polandien* embrasse la dernière grande extension, celle des *moraines internes*.

Tout ce qui suit représente des retours moins bien caractérisés du phénomène glaciaire, notamment la première et la deuxième phase d'avancement *postglaciaire*, déjà indiquées par M. Penck dans les Alpes. Au *mecklenburgien* appartiendraient les dépôts à *Yoldia* des bords de la Baltique, tandis que les couches à *Ancylus* de la même région seraient du *forestien* inférieur. Le *turbarien* a été créé par M. Geikie pour les deux assises de tourbe que sépare d'ordinaire l'assise forestière du forestien supérieur.

Sans nier l'opportunité de subdivisions à introduire dans les périodes qui ont suivi la dernière grande extension, nous signalerons l'inconvénient qu'il y a à employer, en pareil cas, des noms tels que *saxonien* et *helvétien*, qui ont déjà reçu, dans la nomenclature géologique, une signification tout à fait différente.

**L'âge du loess.** — Une des questions les plus discutées, relativement à l'époque des grandes invasions glaciaires, est celle de l'âge du *loess*. MM. Penck et du Pasquier, qui tendent à rapporter la majeure partie, sinon la totalité, du loess, à l'époque intermédiaire entre la dernière et l'avant-dernière grande invasion, se sont efforcés de trouver des localités où un loess authentique, non décalcifié, serait compris entre deux moraines non remaniées. Ils ont rencontré cette superposition aux environs de Lyon, à Bianne (1), et assimilant le dépôt glaciaire inférieur à celui de la grande extension *(moraines externes)*, tandis que la moraine supérieure est rattachée par eux aux *moraines internes* ou de la dernière invasion, ils en ont conclu que le loess préalpin était interglaciaire.

Cependant M. Depéret (2), sans contester la superposition observée, en tire une autre conclusion. Pour lui, la moraine supérieure de Bianne, qu'une vingtaine de kilomètres seulement sépare du cercle lyonnais des moraines externes, n'appartient pas à la bande interne, laquelle se rencontrerait beaucoup plus haut et beaucoup plus loin dans la montagne. Ce dépôt, à peine épais d'un mètre, et superposé à une couche non moins mince de loess, marquerait seulement une oscillation des glaciers lors de la plus grande invasion.

(1) Bull. Soc. sc. nat. de Neuchatel, XXIII (1895)
(2) Soc. géol. de France, 13 avril 1896.

Il paraît certain, en effet, que s'il y a bien eu, à partir d pliocène supérieur, trois grandes périodes de progression d glaciers, ces phases principales ont dû être accompagné d'oscillations secondaires : ainsi s'expliquerait le désaccord q règne, suivant les contrées, entre les glaciéristes, dont quelque uns admettent jusqu'à une dizaine et plus de périodes d'invasio Chaque fois que les glaciers se retiraient, le ruissellement repr nait ses droits en avant de l'extrémité libre, et des dépôts d loess s'étalaient sur les anciennes moraines. Il faudrait do renoncer à dater cette formation d'une manière étroite, parto où elle ne fournit pas d'ossements de grands mammifères. l vrai critérium pour la distinction des divers dépôts glaciair et interglaciaires devrait être leur degré d'altération, d'auta plus prononcé qu'ils sont plus anciens. Or justement, à Biann M. Depéret ne constate aucune différence entre l'état de moraine supérieure et celui du dépôt qui supporte le loess.

**Les accidents secondaires du Jura.** — A mesure qu'd connaît mieux le détail des régions disloquées, on y découv une plus grande variété d'accidents. C'est ainsi que, dans le Ju bernois, entre Gléresse et Bienne, il n'est pas rare de trouver d véritables poches où les marnes hauteriviennes, non altérées fossilifères, sont enclavées au milieu des calcaires valanginien

MM. H. Schardt et Baumberger (1) ont cherché à établir q ces accidents étaient dus à des glissements contemporains de formation de la chaîne. Près de Bienne, le flanc sud-est du Ju dessine un pli en fauteuil. Cette allure a déterminé le glisseme des marnes sur le versant régulier, et celles-ci sont venues loger dans la saillie que faisaient les calcaires sous-jacents à l'e droit qui correspond au siège du fauteuil. Parfois aussi, le ca caire a glissé à son tour et est venu recouvrir les paque déplacés.

Un autre accident, celui-là observé dans le Jura vaudois p M. Douxami (2), est la présence, dans l'aquitanien d'eau douc d'une brèche calcaire à ciment rougeâtre, avec *Hélix*. Les él ments de cette brèche sont surtout empruntés à des calcair crétacés (urgoniens) et jurassiques, *qui n'existent plus dans voisinage*. Ce serait donc un cône d'éboulis d'âge aquitanie avec éléments apportés de parties du Jura qui devaient être dé

(1) BULL. SOC. VAUDOISE DES SC. NATURELLES, décembre 1895.
(2) IBID.

soulevées à cette époque. Tant il est vrai que la formation des montagnes a été partout œuvre de longue haleine.

**La question des blocs exotiques.** — On doit à M. Quereau (1) un résumé remarquablement net de la question si discutée des *klippen* et des *blocs exotiques* en Suisse. L'auteur donne la liste des formations géologiques, au nombre de quinze, rencontrées dans ces conditions, et dont trois seulement se voient en place, en Suisse, entre les Alpes fribourgeoises et le Rhin, dans ce qu'on appelle le facies *helvétique* des couches secondaires. Toutes les autres appartiennent au facies alpin, avec lequel le facies fribourgeois aurait, selon M. Quereau, de grandes analogies.

Après avoir insisté sur les arguments qui empêchent de considérer les blocs exotiques comme ayant été amenés directement de la profondeur; après avoir rappelé que toujours, et sans aucune exception, ces blocs se trouvent *dans ou sur le flysch tertiaire;* qu'enfin ils portent des traces de dislocations énergiques, tandis que le flysch environnant en est totalement exempt, l'auteur conclut que, seul, un recouvrement par poussée latérale peut expliquer les apparences observées. En outre, s'appuyant sur les faits recueillis dans les profondes vallées du massif fribourgeois. il cherche à démontrer que la poussée *est venue du nord.* Il se rallie donc complètement à l'hypothèse de la chaîne *vindélicienne* de MM. Studer et Gümbel. Dans cette conception, sous ce qui forme aujourd'hui la plaine mollassique, les terrains secondaires se seraient déposés, dans un sillon profond, avec un facies qui rappelle le facies alpin. Ensuite, disloqués et soulevés, ils auraient formé, au nord des Alpes actuelles, une chaîne refoulée vers le sud, puis affaissée en profondeur, et dont les débris se retrouvent aujourd'hui dans les conglomérats de la *nagelfluh* miocène. Repris plus tard dans le dernier soulèvement alpin, les restes de la chaîne auraient subi depuis lors l'action de l'érosion, qui n'en a laissé subsister que des lambeaux.

La présence, constatée à l'Axenstrasse, de couches du jurassique supérieur à facies alpin, est considérée par M. Quereau comme attestant le mélange de types qui devait s'opérer à la jonction de la province helvétique avec le sillon qui existait alors au pied de la contrée jurassienne, et que l'effrondement de la chaîne vindélicienne a reconstitué.

(1) JOURNAL OF GEOLOGY, Chicago, 1895, p. 723.

**L'histoire de la mer Morte.** — M. Max Blanckenhorn (
vient de faire paraître un intéressant travail sur l'origine
l'histoire de la mer Morte, déjà étudiée par MM. Louis Larte
Hull et Tristram. L'auteur établit, par des coupes de détail, qu
les couches crétacées sont relevées, depuis la mer, en formai
un anticlinal, dont le sommet est voisin de Bethléem. A partir d
là, une série de plis brusques (flexures) et de failles rejette
sénonien, qui couronne le plateau, presque jusqu'au niveau de
mer Morte; tandis que, sur le versant oriental, les couche
inclinées à l'est, montrent successivement : sénonien, marn
cénomaniennes, grès de Nubie, calcaire fossilifère (permien c
carboniférien) et grès du désert (carboniférien). L'effondreme
de la mer Morte est donc survenu sur le flanc oriental d'un ant
clinal et tout près du sommet de ce dernier.

Analysant le phénomène, M. Blanckenhorn montre que
chute a commencé à se faire dès la fin du pliocène. L'aute
s'attache ensuite à démontrer que les divers épisodes du la
Asphaltite, changements de niveau, formation de terrasses av
galets, etc. peuvent être assez facilement mis en parallèle av
les vicissitudes de la période quaternaire ou pleistocène
Europe. Ainsi, aux trois avancements principaux des glacie
européens ont correspondu trois extensions de la mer Mort
tandis que, dans les intervalles, il y aurait eu érosion et parfo
dépôt de sel. La destruction de Sodome et de Gomorrhe sera
le dernier épisode de la série. Elle correspondrait à un affaiss
ment de cent mètres au plus d'amplitude, déterminé par u
tremblement de terre, et par lequel l'extrémité de la dépressic
de l'Ouadi-el-Akabah, aboutissant au lac, aurait été conquise p
ce dernier, primitivement limité vers le sud au promontoire d
Lisân. L'emplacement de la Pentapole coïnciderait ainsi avec
*Sebkha* ou territoire marécageux de l'extrémité actuelle du la

**Le fer natif de Canyon Diablo.** — On doit à M. G. K. Gi
bert (2) d'intéressants détails sur le gisement du fer natif c
Canyon Diablo (Arizona), si intéressant par la présence du di
mant disséminé dans sa masse.

Tous les morceaux de fer recueillis dans cette localité, et do
le nombre dépasse 2000, formant un poids total d'envirc

(1) ZEITSCHRIFT DES DEUTSCHEN PALÆSTINA-VEREINS, 1896.
(2) *Discours présidentiel à la Société géologique de Washingto* 11 décembre 1895.

10 tonnes, ont été trouvés dans un rayon de quelques kilomètres autour d'un très curieux cratère, dit *Coon Butte*, de 1200 mètres de diamètre, avec 180 mètres de profondeur, le bord faisant saillie de 60 mètres seulement au-dessus de la plaine environnante. Ce cratère n'offre *absolument rien de volcanique* dans ses matériaux, quoiqu'il y ait beaucoup de manifestations éruptives dans le voisinage. Il est ouvert dans des couches de grès et de calcaire, relevées uniformément vers le centre, comme si elles avaient formé un dôme ; et des blocs de calcaire ou de grès, provenant évidemment de la cavité, sont disséminés sur les pentes du cratère dans un rayon d'environ 1500 mètres.

Il est certain que ce cratère a été formé par explosion. Comme d'ailleurs aucun morceau de fer natif n'a jamais été trouvé dans son intérieur, il est absolument invraisemblable qu'une pluie de bolides ait été la cause de cette dissémination. Tout porte à croire que le fer natif de Canyon Diablo, tout comme celui d'Ovifak au Groenland, doit être considéré comme d'origine tellurique ; et cette conclusion peut rejaillir avec quelque probabilité sur beaucoup de ces masses de fer qu'on a l'habitude d'attribuer à des météorites, mais dont la chute n'a jamais eu de témoins.

A. DE LAPPARENT.

## GÉOGRAPHIE.

—

**Les voies de communication en Perse** (1). — L'insuffisance des voies de communication en Perse est un gros obstacle aux transactions européennes. Celles-ci prendront un grand développement le jour où des moyens de transport aisés et rapides relieront les villes commerciales de l'empire, d'une part avec les ports persans, d'autre part avec Trébizonde, ville de 40 000 habitants et lieu d'escale de plusieurs compagnies de navigation à vapeur. C'est l'un des ports les plus fréquentés de la Mer Noire, à cause du grand commerce de transit qui s'y fait avec la Perse.

(1) Par G. Delvaux. BULL. DE LA SOC. ROY. BELGE DE GÉOGRAPHIE, 1896, pp. 123-133.

En 1894, il a été visité par 458 vapeurs d'
tonnes, et par 9589 voiliers d'un tonnage

Le commerce par voie de terre est tré
breuses caravanes de chevaux, de mule
dirigent à pas lents vers l'Asie Mineure, l
le Turkestan et la Chine: le fret varie d'a
la facilité des approvisionnements, etc. L'
pour les transactions commerciales est ce
mène, par Erzeroum et le défilé de Bajazi
ran. C'est la voie de pénétration de la ma
chandises destinées à la province d'Azerb
Perse. On évalue le mouvement commerci
route à environ quarante millions de fran
tié est absorbée par le transit persan. Ce
à 15 887 300 francs pour l'importation: et
l'exportation: il fournit leurs charges à
2100 chevaux. Le prix de transport à dos
charge de 230 kilogrammes, est de 40 fra
zonde à Erzeroum (distance de 315 kilom
jusque Tauris.

Les autres routes commerciales princip
de Téhéran à Enzeli-Rescht par Kasvin:
par Hamadan-Kermanscha: de Téhéran à
Chiraz; de Téhéran à Bender Abbas par
ran à Mésched Isser sur la Mer Caspienne;
ville sainte des Persans: de Téhéran
Astrabad: de Téhéran à Mohammerah par
Sultanabad (route du Karoun).

Les routes qui relient la Perse à l'*étran*
en 3 groupes : 1° celles qui se dirigent de
pienne et la Mer Noire : 2° celles qui ab
sique: 3° la route du Tigré, navigable jus
peut facilement atteindre le plateau persa

Les routes qui mènent à la Mer Caspie
Russes: ils monopolisent le commerce qui

Ils ont aussi cherché à s'implanter en ma
persanes limitrophes de leur empire, où
un grand débouché, grâce aux nombreu
struites ces dernières années. Pour arrive
aboli le transit par le Caucase: mais ils n
détourner de Téhéran les nombreuses mar
qui y convergeaient.

L'Angleterre veillait, et en 1888 sa diplomatie obtint du Shah l'ouverture du fleuve Karoun à la navigation étrangère et la construction d'une route reliant Mohammerah à la capitale persane. C'est la concurrence aux produits russes rendue sérieusement possible.

Les vapeurs anglais remontant le Karoun atteignent déjà Agwaz, d'où des bateaux de faible tirant d'eau transportent les marchandises jusqu'au delà de Chouster. Cette route est destinée à devenir l'une des plus importantes du pays, car Mohammerah, déjà port rival de Bassorah, deviendra d'ici à quelques années l'entrepôt général du commerce d'importation et d'exportation de l'Europe occidentale avec la Perse. Cela sera le jour où l'on adoptera l'un des nombreux projets proposés pour raccourcir le chemin des Indes, c'est-à-dire pour relier les côtes de la Syrie et de l'Asie Mineure au golfe Persique.

Le Gouvernement turc a déjà accordé plusieurs concessions de chemins de fer; ils doivent être prolongés vers les riches plaines de la Mésopotamie; mais l'on se trouve devant des obstacles financiers et naturels. Une compagnie anglaise a soumis à l'approbation de S. M. le Sultan le tracé, vieux de plus de soixante ans, d'une voie ferrée entre Alexandrette et Alep, avec prolongement vers le golfe Persique en suivant la rive droite de l'Euphrate.

D'un autre côté on s'occupe de prolonger vers Bagdad la ligne d'Ismid à Angora, dont le trafic a pris un grand développement. On sait que Bagdad est déjà relié au port de Bassorah par un service régulier de vapeurs turcs et anglais. Le voyage, aller et retour, demande environ huit jours.

Les correspondances d'Europe pour la Perse sont ordinairement acheminées par les voies suivantes :

A. Routes de Russie : 1) chemin de fer de Moscou à Vladikavkas et route postale jusqu'à Tiflis; chemin de fer de Tiflis au port de Bakou sur la Caspienne; Bakou est relié par un service régulier de navigation à vapeur à Enzeli et à Barferouch. Le Gouvernement perse entretient des courriers postaux dans ces deux ports; — 2) de Poti ou Batoum, chemin de fer vers Tiflis, puis comme ci-dessus; — 3) chemin de fer transcaspien pour desservir la frontière nord-est de l'empire ; — 4) chemin de fer de Moscou au Volga, puis par steamer d'Astrakan à Enzeli ou Barferouch.

B. Voie de Turquie : route de caravane partant du port de Trébizonde vers Tauris et Téhéran.

C. Parages du golfe Persique : les navires de plusieurs cc pagnies de navigation font escale à Iaskh, à Bender Abbas e Buschir.

Marseille, Londres, Anvers et Trieste, d'une part, et d'au part, Enzeli, Trébizonde, Mohammerah, Buschir, le principal p persan du golfe Persique, où les Allemands viennent d'instal un comptoir qu'ils ont relié à Brême par un service de navi tion, sont les principaux ports d'embarquement ou de débarq ment des marchandises destinées à la Perse ou venant de pays.

Les marchandises belges qui ne prennent point la route Trébizonde-Erzeroum arrivent généralement par la voie l'Angleterre. La marine marchande britannique se charge de déposer au golfe Persique.

Le mouvement commercial est assez important. Les d nières statistiques donnent 114 210 220 francs à l'importati 100 152 750 francs à l'exportation.

Citons parmi les articles importés, en première ligne : les sus, cotonnades, draperies, soieries, thés. sucre, verres à vit bougies, allumettes, etc.

Pour l'exportation les tapis, l'opium, les laines, le coton, armes et les fruits sont les articles principaux.

Il n'est pas douteux que, par suite de l'accroissement relations commerciales entre les pays manufacturiers de l'I rope occidentale et la Perse, les produits persans ne comm cent aussi à s'introduire d'une façon régulière sur les marc européens.

Vu leur bonne qualité ils supplanteront les articles similai que livrent aux mêmes prix d'autres contrées asiatiques.

La Belgique a déjà des intérêts commerciaux et financi assez importants en Perse, et il est incontestable que ce p offre à notre activité industrielle des débouchés considérabl nos produits peuvent y lutter avec succès contre la concurre étrangère, et il serait heureux pour notre commerce de trou un débouché au centre de l'Asie.

Les Belges ont des chances de succès dans ce pays orien Le Gouvernement leur fait bon accueil et ils ont le grand av tage d'être étrangers aux intrigues politiques.

**Péninsule de Malacca.** — La fédération des États proté de la Péninsule de Malacca est un fait accompli. Le minis

Chamberlain a donné son approbation au cours du mois de février.

Il est désigné un résident général pour ce gouvernement. Comme par le passé des résidents anglais seront établis à Pérak, Selangor, Negri-Sembilan (les pouvoirs du résident s'étendent à Sungei Ujong) et Pahang. A l'avenir ils ne dépendront plus directement du gouverneur des Straits Settlements, mais bien du résident général de la Confédération malaise.

**La région de Tombouctou** (1). — La position de Tombouctou (16° 43′ lat. N., 5° long. O. de P.), dont les Français se sont emparés récemment, lui assure une importance capitale. Située au point de contact du Soudan et du Sahara, et à la limite d'une région de lacs et de vastes territoires périodiquement submergés par les eaux nigériennes, cette ville est devenue la capitale du désert, le lieu d'échange entre les riches produits du sud, que draine le Niger et ses affluents, et les produits du nord, particulièrement le sel, qui sont amenés par un faisceau de routes venant, à travers le Sahara, du Maroc, du Touat et de la Tripolitaine.

La région de Tombouctou commence au lac *Debo*. C'est un lac magnifique, profond, aux eaux bleues ; à l'est se trouve l'ancien poste de la flottille du Niger, Gourao (15° 18′ 30″ lat. N., 6° 04′ 30″ long. O. de P.), abrité des vents d'est par la montagne de Gourao. Le lac est alimenté par le Niger et le marigot de *Diaka*, venu de l'ouest ; leurs eaux sont apportées par une série de canaux sans courant, qui coupent une région marécageuse obstruée par les herbes. Le Debo a deux émissaires, l'*Issa-Ber*, le plus important, à l'ouest, et le *Bara-Issa*, à l'est ; ils se réunissent à la pointe de Safay. Un marigot très sinueux, le *Koli-Koli*, sort du Niger en amont du lac Debo, traverse le lac de *Korienza* et se jette dans le Bara-Issa, près de Saraféré (15° 50′ 30″ lat. N., 5° 43′ 04″ long. O. de P.).

Toute cette contrée, caractérisée par de nombreux marigots, est inondée six mois de l'année. Les villages émergent, bâtis sur les dunes.

Sur la rive gauche du Niger et en communication avec lui en tous temps, s'étend un chapelet de lacs, dont on ignorait l'exis-

(1) Compte rendu des séances de la Société de géographie de Paris, 1895, pp. 374-388 et une intéressante carte. (R. Bluzet, lieutenant de marine.) — Ibidem, 1896, pp. 176-178, deux croquis.

tence, et que peuplent des caïmans et de nombreux oiseaux a
tiques, marabouts, aigrettes, pélicans, sarcelles, canards armé
sont les lacs de *Tenda*, de *Kabara*, de *Sompi*, de *Takadj*
*Gaouti*, de *Horo* et de *Fati*. Leurs bassins sont séparés par
plateaux ferrugineux d'une altitude moyenne de 100 mètres.
pentes sont abruptes et couvertes de rocs éboulés.

Au nord des lacs commence la région saharienne, formée d
succession de larges dunes de sable. Une forêt rabougri
mimosas, de gommiers et d'euphorbes couvre le pays.

Entre le Fati et le poste de Goundam (16° 25′ 35″ la
5° 38′ 35″ long. O. de P.), est un plateau d'environ sept kilom
donnant accès dans le *Killi* et le *Kissou*. Tout ce pays, in
aux hautes eaux, n'est qu'une vaste rizière. Il est borné au
par le Niger, au nord par le marigot de Goundam, qui se
dans ce fleuve au sud-ouest de Tombouctou, et par les d
qui s'étendent de cette ville à Goundam.

Au nord de Goundam se trouvent, dominés, au nord et à
par des massifs montagneux importants, le lac de *Télé* et la
dépression du lac *Faguibine*, qui sont en communication à
gongo (16° 43′ 03″ lat. N., 5° 43′ 11″ long. O. de P.).

Le Faguibine a un développement longitudinal de 110 k
avec des fonds de plus de 30 mètres. Il est agité par de viol
tempêtes ; les lames atteignent jusque trois mètres de hau
Fort heureusement des îles nombreuses offrent de bons
aux chalands. Ce lac se prolonge, à 16 kilomètres vers le
par le *Daouna*.

Le Télé est relié au Niger, au sud-ouest de Tombouctou,
le marigot de Goundam, à courant alternatif. De juin à noven
aux plus basses eaux, les herbes obstruent ce canal entre D
kiré et Djindjin. Malgré un tirant d'eau supérieur à deux mè
les grosses pirogues ne peuvent pas passer.

Les rives du lac Daouna ont été relevées et comporte
double tracé : aux basses eaux une partie permanente, es
d'immense cuve, s'allongeant parallèlement à l'extrémité
du lac Faguibine, sur une longueur de 20 kilomètres env
puis une mare, beaucoup plus petite, située à 2 kilomètres
le nord-est; et enfin au sud, et à l'époque des eaux moye
seulement, la *mare de Bankoré* de même forme et de
orientation que le lac, mais ne mesurant que 9 kilomètre
longueur, sur 1500 mètres en largeur. Aux hautes eaux la cu
les deux mares ne font qu'un, et la limite des inond

s'étend à plus de 42 kilomètres dans la direction est-sud-est, sur une largeur de 7 kilomètres.

Le marigot qui relie le Daouna au Faguibine a aussi été relevé.

Il paraît que le massif montagneux, dénommé *Tassermint* ou *Sarma* et situé au nord de l'extrémité orientale du lac Daouna, se compose de deux sommets distincts : le plus méridional s'appelle *Sarma-Bibi ;* le second, moins important et à 3 kilomètres plus au nord, a nom *Sarma-Koré*. Au sud-est des limites de l'inondation se profile une longue dune, tandis qu'à 8 kilomètres plus à l'est se trouve toute une ligne de mamelons ayant une direction nord-sud.

Au nord du Faguibine le pays n'est pas moins intéressant. A 7 kilomètres de la rive de ce lac existe une dépression qualifiée de *mare de Bonkor*. C'est un lac permanent ; il doit être reporté légèrement vers le nord ; il est long de 16 kilomètres et son extrémité occidentale est reliée au Faguibine par un marigot d'un développement de 11 kilomètres ; ce marigot part de Lalatt et descend vers le sud en faisant un léger coude à l'est.

Entre le *mont Tahakim*, situé à l'extrémité septentrionale du lac de Bonkor mais placé sur les cartes 2 kilomètres trop au nord, et le *mont Miziran*, dont la position est plus orientale, s'étalent, à la distance de 2000 mètres de chacun de ces massifs, deux autres petites mares permanentes.

Une troisième mare, un peu plus importante, se trouve à 4 kilomètres nord-nord-est du village de Bonkor.

Toute la région qui s'étend sur la rive droite du fleuve, en face de Tombouctou, n'est guère connue. Il existe, près de Haïbongo, une grande dépression analogue à celle du Faguibine.

Au sud de Tombouctou, distant du Niger de 4° 30′ en latitude, se trouve une plaine herbeuse large de cinq kilomètres. Au nord s'ouvre le désert, sans eau jusqu'à Araouan, qui est à huit jours de marche de Tombouctou.

La région de Tombouctou a un hivernage et une saison sèche.

L'hivernage n'est pas aussi fort ni aussi régulier que dans le reste du Soudan. Il pleut une vingtaine de fois environ. Les premières tornades tombent vers la mi-juin, les dernières en septembre. Les eaux commencent à monter en octobre, mois encore très mauvais ; elles atteignent leur plus haut étiage en janvier, donc en pleine saison sèche. Les inondations, qui baissent dès avril, sont tout à fait retirées en juillet.

La fraîcheur devient sensible à partir de novembre ; c'est en

décembre et janvier qu'on jouit de la bonne saison. Le vent nord est bien établi et le soleil souvent avare de ses rayons.

Les chaleurs se font déjà sentir en mars ; en avril et mai e sont excessives. Le vent s'est mis à l'est, brûlant, desséchant t On relève à l'intérieur des cases des températures supérieur + 45° C. Tout le monde est malade, indigènes comme Europé Cependant le climat de Tombouctou est relativement sain, gr à la nature sablonneuse du sol, à la température sèche qui rè généralement, et surtout aux nuits fraîches dont on jouit pres toute l'année.

L'hydrographie de la région de Tombouctou fait bien compren sa fécondité et sa richesse. Aux basses eaux, les inondations Niger laissent à découvert de vastes rizières naturelles, et d'ad rables pâturages, où pullulent les moutons et où se rencontr quantité de bœufs, d'ânes, de chevaux et de chameaux. champs qui avoisinent les villages donnent le mil, le co l'arachide, le *niébé* (haricot du pays), voire le blé ; le sud pro le miel, la cire, le beurre de *karité*. C'est d'ailleurs un pays chasse et de pêche merveilleux.

**Du golfe du Tonkin au golfe du Bengale (Calcutta)** (1) On sait la belle exploration faite à travers l'Asie centrale, le prince Henri d'Orléans, en compagnie du regretté père Deken et de M. Bonvalot. Épris de voyages il mit à exécution 1895, le projet de reconnaître le *Mékong supérieur* et de rabattre sur les Indes pour revenir *viâ* Calcutta. Pendan première partie de son expédition (26 janvier-16 juin 1895 alla d'Hanoï (Tonkin) au Yunnan ; du 16 juin au 24 décem 1895, il se transporta de Ta-Li-Fou (Yunnan) à Sadiya (Assa

Le Mékong fut remonté en pays inconnu depuis le *25° 50′ N. jusque *27° 45′ lat. N., c'est-à-dire de la frontière du Lao celle du Thibet. Au delà de ce point le cours du fleuve a relevé jusqu'à Tsiamdo par MM. Cooper, Gill et Mesny, le co Szécheny, le Pandit hindou Krichna (A-K), et les missionnai français ; au nord de Tsiamdo, le Mékong a été traversé M. Rockhill, et lors de son premier voyage par le prince d' léans et ses compagnons. Pour que le cours du fleuve soit en

(1) Exposé de son exploration, fait par le *prince Henri d'Orlé* COMPTE RENDU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE DE PA 1896, pp. 42-66 et 1 carte ; — Lettre de l'enseigne de vaisseau, *M. Ro* A travers le monde, (LE TOUR DU MONDE, 1896), pp. 49-52 et 3 croquis.

rement connu, il ne reste plus qu'à en relever une partie à travers le Dégué jusqu'aux sources.

Après avoir terminé la reconnaissance du Mékong, séparé par une région étroite et montagneuse, de la Salouen dont on suivit quelque temps la rive, l'expédition se dirigea de Tse-Kou (*28° 15′ lat. N.) vers les Indes. Elle voulait traverser la grande zone inconnue qui s'étend de Chine en Assam au sud de la frontière du Thibet et se rapprocher du *Dzayul* ou *Brahmapoutre,* afin de résoudre d'une manière définitive le problème de l'hydrographie de la *Salouen* et de l'*Iraouaddy* en coupant les hautes branches de ceux-ci près de leur source.

On passa de la vallée du Mékong dans celle de la Salouen par un col de 3300 mètres, dominé par un pic de 4300 mètres que les explorateurs appelèrent *Pic Francis Garnier*. D'après M. Roux l'expédition a été assez heureuse pour achever l'œuvre interrompue de ce dernier. A partir de ce moment jusqu'à l'entrée dans la plaine de Khampti, le prince d'Orléans traversa un pays uniformément accidenté. Ce ne sont que montagnes escarpées, privées de routes et cachant leurs pentes raides sous des forêts ; à leurs pieds de gros torrents, de petits fleuves aux eaux claires et glacées. Les villages sont rares et espacés de trois jours de marche au moins ; ils ne comprennent généralement qu'une dizaine de cases disséminées dans la montagne. Les habitants sont des sauvages à peine vêtus d'un petit pagne.

Durant cette partie du voyage la caravane a parcouru de l'est à l'ouest une partie du bassin de l'Iraouaddy, franchissant de nombreux cols, dont le plus élevé atteint 3600 mètres ; plus à l'ouest elle passa par la plaine de Khampti, qui forme le fond de la vallée de la branche occidentale de l'Iraouaddy, le *Nam-Kiou.* De là on marcha vers l'Assam. De nombreuses montagnes furent escaladées, et l'on dut pérégriner l'espace de 140 kilomètres dans un véritable désert de forêts. Vers le 20 décembre on arrivait à Sadiya, sur la rive droite du Dzayul.

Les résultats de cette exploration sont importants.

La caravane du prince, avant tout autre Européen, a parcouru, à partir de Tse-Kou, la route la plus courte, la plus directe de la Chine aux Indes.

Les explorateurs peuvent démontrer, preuves à l'appui, une erreur commise par le général Walker. Dans la carte du Thibet que la Société royale de géographie de Londres a publiée sous sa direction en 1894, la Salouen est marquée comme prenant sa source à hauteur de Tcha-Mou-Toung (c'est-à-dire de Tse-Kou),

tandis que le grand cours d'eau qui prend sa source dans l'est *Tengri Nor*, et sous le nom d'*Ourt-Chou*, traverse une partie Thibet habité, ne serait que le haut Irawaddy. Or, l'Ourt-C n'est que la Haute Salouen, que le prince a déjà reconnue a latitude de Ta-Li-Fou, qu'il a traversée ensuite à hauteur Teha-Mon-Tonng, et dont il a pu établir le cours entre ces d points, alors qu'il s'avançait sur la rive droite du Meko Précédemment la Salouen a été coupée un degré plus au s par le Pandit Krichna, qui signala le fait. Mais les Anglais, notamment le service géographique de l'Inde, ne voulurent l'admettre.

Les hautes branches de l'Irawaddy ont été traversées, et gr aux renseignements obtenus et aux visées faites du haut nombreux cols, d'où l'on dominait la haute chaîne bordière d rive sud du Dzayul, on a pu fixer, à quelques kilomètres p les points où ces branches prennent leurs sources, c'est-à dans un puissant massif montagneux, lequel ne serait que le p longement de la chaîne himalayenne, et non dans le Thibet cent comme le voulait M. Dutreuil de Rhins. Les trois grandes branc constitutives de l'Irawaddy sont, en partant de l'est, le *Ki Kiang*, la rivière *Té-Lo*, et le *Nam-Kiou*. Les deux premi ont le plus fort débit. On ne les trouve pas sur les cartes. branche la plus septentrionale, le Kiou-Kiang, n'a pas sa sou au delà du 28° 30′ lat. N.

Ainsi que l'avaient écrit M. Needham et les PP. Krich Bourry, les rivières du Dzayul se jettent bien dans le Brah poutre.

Citons encore comme résultats 3400 kilomètres d'itinérai dont un bon nombre en territoire inconnu, 6 longitudes, 40 tudes, 11 déclinaisons, de nombreuses altitudes. Les collecti d'histoire naturelle sont riches de 32 mammifères, 268 oise 5 poissons, une centaine de papillons, 223 espèces de plan 41 échantillons de roches, etc.

Sous le rapport ethnographique, les explorateurs rappor de nombreux vocabulaires et des notes variées sur des peupl peu connues.

F. VAN ORTRO
Capitaine de caval

## HYGIÈNE.

—

**Des bains d'eau chaude dans le traitement des maladies infectieuses aiguës, chez les enfants.** — Malgré les bons résultats obtenus par une foule de médecins dans le traitement de certaines maladies aiguës, et notamment de la fièvre typhoïde, les bains d'eau froide ne sont pas parvenus à vaincre la répugnance et les craintes instinctives qu'ils inspirent aux malades et surtout à leur entourage. Nos mœurs, en hygiène, paraissent devoir confiner pendant longtemps encore cette pratique hydrothérapique dans les hôpitaux. L'eau chaude ne mérite pas, d'ailleurs, le discrédit dont on a voulu la frapper. Nous en trouvons une preuve dans les résultats excellents que signalait récemment M. le professeur Bosc, de Montpellier, en rapportant l'histoire de deux de ses petits malades.

L'un était un enfant de huit ans qui, sous l'influence de la grippe, avait contracté une congestion pleuro-pulmonaire. Il n'urinait plus, avait une température de 41°, et ses crachats sanguinolents contenaient de nombreux germes de la pneumonie. Le cœur commençant à faiblir, on fit prendre au petit malade deux bains froids dont l'effet fut désastreux. On recourut à un bain chaud de 34° C. et d'une durée de quinze minutes. Le résultat favorable en fut immédiat. L'enfant urina abondamment et tous les symptômes de la maladie rétrocédèrent ou plutôt évoluèrent, au point que, deux jours plus tard, la situation du malade était tout à fait rassurante.

Dans le second cas. il s'agissait d'un enfant de douze ans qui, pendant une fièvre typhoïde grave, était plongé dans une grande prostration et, comme le malade précédent, n'urinait plus. Un bain à 34° C. et d'une durée de quinze minutes le fit uriner abondamment et améliora tous les autres symptômes. La convalescence s'établit dès lors régulièrement.

On peut conclure de ces deux résultats que les bains chauds produisent d'excellents effets dans le traitement des maladies infectieuses aiguës chez les enfants. Mais nous croyons que cette conclusion pourrait s'étendre à une foule d'autres applications. Pourquoi les grandes personnes ne bénéficieraient-elles pas d'un moyen qui réussit si bien chez les enfants (1) ?

(1) PRESSE MÉDICALE BELGE, 8 août 1896.

**Du pouvoir hémostatique des so**
Nous signalons un moyen bien simp
contrer partout, d'arrêter les écoulen
nous en rapportons du moins à une co
docteur Garnot à la Société de Biologi
ment de mettre au contact des surfaces
de gélatine au titre de 5 à 10 pour c
rendue tiède (au bain-marie, 35°) ; sin
fluidité nécessaire à ses applications et
on peut la faire avec le liquide physiol
marin pour 1000 d'eau bouillie), ou av
tiques au sublimé corrosif ou autres.
rhagie consécutive à une avulsion dent
tous les moyens que l'on mettait en œu
dont l'emploi n'est pas toujours inoffen
fer peut être rangé parmi eux ; — ou b
de nez dont la persistance fait naître à l
danger; tantôt, ce sont des piqûres de s
à un tel écoulement qu'il acquiert l'im
hémorrhagie; ou bien encore, ce sont de
daires qui peuvent amener l'anémie par
fréquence; tantôt, enfin, il s'agit d'hémor
mais que nous pouvons néanmoins com
bien, dans tous ces cas, des tampons
de gélatine et maintenus sous une
toutes les sources qu'il nous sera permi
autres, elles nécessiteront des irrigatio
dantes. Nous recommandions tantôt de
tiède : nous ne comprenons pas pourq
usage d'une solution chaude à 40° et 4
dans un seul procédé, deux remèdes
riche de promesses en hémostasie, mais
a fait ses preuves depuis longtemps. Ce
d'y recourir dans le cas d'hémorrhagie
couchement ne me démentiront pas.

**De l'emploi de la sauge dans le dantes.** — Il est inutile de faire re d'une transpiration excessive. Les refro la conséquence, quand on ne porte p sont connus de tous. D'autre part, sans quantité, il est des sécrétions sudoral

gréables par leur qualité. On supporte difficilement dans sa société une personne atteinte de ce genre d'infirmité. Or, il paraît qu'un de nos vieux médicaments, tant vanté déjà par l'École de Salerne (1), la sauge, qui jouissait autrefois en Russie et en Allemagne d'une grande vogue pour combattre les sueurs des phtisiques, vient, après une période d'oubli, de récupérer cette réputation qui paraît bien méritée. Le Dr Krahn l'a en effet employée dans 38 cas de transpirations excessives rattachées à la tuberculose surtout et, très secondairement, à d'autres affections : leucémie, rhumatisme, fièvre typhoïde ; et dans deux cas seulement le médicament s'est trouvé en défaut. Sur les trente-six cas favorablement influencés par la sauge, dix-huit l'ont été radicalement et dix-huit plus ou moins complètement.

La sauge peut être employée sous forme de tisane et préférablement sous forme de teinture ; 3 grammes de feuilles suffiront pour faire un demi-litre de tisane dont on prendra trois tasses par jour : matin, midi et soir, au moment du coucher. Quant à la teinture de feuilles, le malade en ingérera 20 gouttes le matin et de 20 à 40 gouttes le soir. Remettons-nous donc à cultiver la sauge : l'affection qu'il s'agit de combattre en vaut la peine (2).

**L'alimentation artificielle des enfants au lait de vache.** -- Si l'on consulte les innombrables analyses comparatives des laits de femme, de vache, de jument, d'ânesse, de chèvre,.. on constate que l'accord est loin d'exister entre les auteurs ; et le médecin qui veut se baser sur ces analyses pour composer un lait artificiel de femme par l'addition d'une certaine quantité d'eau au lait des animaux, se trouve extrêmement embarrassé. Cependant l'on admet en général qu'en ajoutant à une quantité donnée de lait de vache la moitié de son volume et même de son poids d'eau, on a un liquide qui, avec ses 2/3 de lait et son 1/3 d'eau, représente assez approximativement le lait de femme. Toutefois c'est à la condition d'ajouter à ce lait, ou plutôt à l'eau de coupage, 8 p. c. de lactose (sucre de lait) et 2 p. c. de beurre. Mais le beurre n'est pas facile à dissoudre dans le lait. On peut le remplacer par une égale quantité de crème ou, ce qui est plus pratique, par une égale quantité de sucre de lait, substance ternaire comme le beurre : donc 10 p. c. de lactose en tout. On peut même, avec moins d'avantages, à vrai dire, remplacer le

(1) *Non moritur homo cui salvia crescit in horto.*
(2) SEMAINE MÉDICALE et JOURNAL D'ACCOUCHEMENTS, 18 octobre 1896.

sucre de lait par du sucre blanc ordinaire ou saccharose. Quan l'enfant est parvenu à l'âge de prendre du lait de vache pu c'est-à-dire à 6 mois, on se contente de lactoser ce lait en ajoutant 2 p. c. de lactose.

Les quantités de lait prises au sein par l'enfant ne sont pa déterminées d'une manière absolue. Sur ce point encore, le données varient beaucoup. En règle générale, nous les trouvon inférieures à celles que l'enfant, nourri artificiellement, prend son biberon.

D'après M. le Professeur Marfan de Paris, bien en situatio par sa position et le scrupule de ses recherches, de nous re seigner, l'enfant prendrait au sein :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 32 | grammes | le 1er jour, | en 4 fois. |
| 120 | „ | le 2me jour, | en 6 „ |
| 350 | „ | le 3me jour, | en 7 „ |
| 420 | „ | le 4me jour, | en 7 „ |

et une moyenne quotidienne de 560 grammes les autres jour du 1er mois en 7 fois ;

| | | | |
|---|---|---|---|
| 630 à 700 | grammes | le 2me mois, | en. . . 7 fois. |
| 700 à 840 | „ | le 3me mois, | en. . . 7 „ |
| 840 à 900 | „ | le 4me et 5me m., | en 7 „ |
| 900 à 1020 | „ | du 6me au 9me m., | en 6 „ |

Des sept repas quotidiens, six sont donnés le jour, un seul l nuit. A partir de 6 mois, on tâche de supprimer le repas de l nuit.

Un partisan absolu des données de M. Marfan, voulant al menter au lait de vache un enfant, à partir du 5me jour, sachant qu'à ce moment, et pour tout le reste du premier moi il prend quotidiennement 560 grammes de lait maternel, comp sera son lait artificiel de manière que les 2/3 de cette quanti ou 375 grammes environ soient du lait de vache, et 185 grammes de l'eau *bouillie* à laquelle on ajoutera le dixième ou 18,5 gramme de lactose (2).

**De la formaline comme agent de désinfection.** — O donne le nom de formaline ou de formol à des solution

(1) Pendant les quatre premiers jours, M. Marfan fait ajouter au la de vache une égale quantité d'eau.

(2) REVUE MÉDICALE DE LOUVAIN, 30 avril 1896.

aqueuses, concentrées d'aldéhyde formique, au titre de 40 p. c. A un degré de concentration plus élevé, il se forme une poudre blanche qui a reçu le nom de trioxyméthylène, substance qui, abandonnée à l'air, restitue l'aldéhyde formique sous forme de vapeurs sèches.

Le formol possède des propriétés désinfectantes énergiques, puisque un quart de goutte, placé sous une cloche d'une capacité de deux décimètres cubes et demi, y tue au bout de 3 à 6 jours les spores sèches du bacille du charbon. Si l'atmosphère de la cloche est fortement chargée de vapeurs d'aldéhyde formique, le même résultat se produit au bout de 3 à 8 heures.

Les bactéries du choléra, de la fièvre typhoïde, de la diphtérie, de la suppuration, desséchées sur un papier, sont annihilées en moins d'une heure: il faut moins d'un quart d'heure, quand elles sont fixées sur des fils.

Ce qui caractérise cet agent de désinfection, c'est qu'il peut agir dans une atmosphère sèche, c'est-à-dire dans le cas où les autres désinfectants donnent des résultats fort incertains. L'anhydride sulfureux et même le gaz Pictet (mélange d'acide carbonique et d'anhydride sulfureux liquéfiés) lui sont de beaucoup inférieurs.

Il est surtout recommandable lorsqu'il s'agit de désinfecter des objets superficiellement contaminés et que la vapeur d'eau à 100° détériorerait. Nous avons particulièrement en vue des vêtements, des soieries, des velours, peluches..., des objets en cuir, crin, feutre, bois collé..., des souliers, des chapeaux, des papiers et des livres.....

D'un autre côté, des pulvérisations de formaline désinfectent parfaitement aussi des objets que l'on peut mouiller légèrement sans les détériorer; et, sous ce rapport, elles ne craindraient pas la comparaison avec les pulvérisations au sublimé. Mais il ne serait pas prudent de compter sur une vraie désinfection des objets souillés dans leur épaisseur. Ni les solutions ou pulvérisations de formaline, ni une atmosphère gazeuse de ce produit n'assureraient la désinfection des matelas, coussins, oreillers et chiffons.

Les objets susceptibles d'être désinfectés sont placés dans une armoire, dans une caisse et étalés sur des cadres grillagés en fer ou des treillis en bois. Les livres sont placés debout sur leurs bords longitudinaux et largement écartés. Puis, entre les supports et le fond de l'armoire on tend une bande de toile de 15 à 20 centimètres de largeur sur une longueur égale à celle de

l'armoire ou de la caisse. Cette toile est fortement imbibée formaline, et maintenue horizontalement déployée grâce à d tiges que l'on fixe dans la paroi de l'armoire. L'imbibition de toile doit être faite au dernier moment, quand tous les objet désinfecter sont en place, afin que les vapeurs de formol. au denses que possible, se trouvent dans l'armoire hermétiquem fermée. Au bout de vingt-quatre heures, la désinfection est cc plète.

Mais, s'il s'agit de purifier l'atmosphère d'un appartement formol perd beaucoup de ses avantages. Il faut y étendre nombreuses toiles imbibées de la solution antiseptique, ce n'est pas commode à cause de l'odeur irritante qui s'en dégag et, d'un autre côté, l'aldéhyde formique reste adhérent a parois et ce n'est qu'à la longue qu'une aération soutenue p met d'en faire disparaître les derniers vestiges.

On trouve dans le commerce des " formalithes " sortes pastilles faites d'une terre poreuse imbibée de formaline pc la moitié de son poids. On peut se procurer de même u poudre désinfectante renfermant 20 p. c. de formaline. En plaçant au milieu de vêtements ou d'objets divers que l'on entou d'un tissu imperméable, et en enfermant le tout dans u caisse ou une armoire soigneusement close, on obtient, au b d'un ou deux jours, une désinfection complète de tous ces obje Puisse l'expérience produire partout semblables résultats (1).

Dr Achille Dumont.

## AGRICULTURE.

—

La presse agricole a déjà signalé à plusieurs reprises l'œu du comte de Roquigny, président de l'*Union des syndicats* c *agriculteurs de France*, intitulée *les Syndicats agricoles et socialisme agraire* (2).

(1) Revue médicale de Louvain, Septembre 1896.

(2) Bulletin de l'agriculture de Belgique (partie non officiel 1896, *Bibliographie*, par M. H. Rolin-Jacquemin.

L'auteur, propriétaire terrien, représentant de l'aristocratie catholique et conservatrice, commence par constater que le socialisme *a plus d'intérêt à poursuivre la destruction de la petite propriété parce que le petit propriétaire seul lui échappe.* Aussi " l'idéal d'un gouvernement démocratique doit-il être de favoriser par tous les moyens la transformation des travailleurs salariés en propriétaires, de diminuer leurs charges AFIN D'ASSURER LA CONSERVATION DE LA PROPRIÉTÉ. Au contraire, la grande propriété, les vastes domaines favorisent la création d'un prolétariat nombreux et aggloméré qui offre un milieu très propice à la propagation des idées socialistes. "

La diffusion de la science agricole, l'émulation entre les fermiers pour l'emploi des procédés scientifiques dans la culture et l'élevage, la production en commun, les achats et les ventes en gros constituent autant d'objectifs auxquels doivent tendre aujourd'hui les associations rurales. C'est ce que le gouvernement catholique a parfaitement compris en Belgique.

Faire l'histoire, dans ce domaine, du courant intense qui porte les agriculteurs à se solidariser pour multiplier leurs profits, en suivre le développement chez nous et dans les pays qui nous entourent, serait reprendre l'exposé des grands faits économiques des dernières années et faire le tableau de l'évolution des idées qui s'est heureusement accomplie de nos jours. Une intelligence plus exacte de la nature et des besoins sociaux due à la diffusion scientifique avait prédisposé les esprits à la transformation actuelle; la crise intense et générale qui sera, au point de vue agricole, la caractéristique de la fin du XIXe siècle a précipité la réalisation des théories nouvelles.

La Belgique, terre classique de l'association aux siècles passés, a quelque peu tardé de prendre la place qu'elle doit occuper dans le mouvement de restauration sociale basé sur le développement de l'esprit de solidarité; il faut cependant lui rendre cette justice que les pas qu'elle a faits dans cette voie depuis qu'elle y est entrée, permettent de bien augurer de l'avenir et d'espérer non seulement que bientôt elle aura regagné le terrain perdu, mais qu'elle pourra montrer avec orgueil aux autres nations une vigoureuse efflorescence d'œuvres puissantes et variées. Toutefois, pour en favoriser l'épanouissement, il importe essentiellement que toutes les forces sociales concourent par une action harmonique à stimuler les bonnes volontés là où elles s'accusent, à encourager les efforts qui se dessinent, à prévenir les défaillances du zèle et à entretenir la persévérance. Dans cet

ordre d'idées, l'État a la plus délicate des missions à remp une intervention malencontreuse de sa part et surtout une dance trop marquée à la centralisation administrative, suffirai pour anéantir le mouvement naissant.

En Belgique, les associations agricoles procèdent de deux gines parfaitement distinctes.

Les unes, les *comices agricoles*, doivent leur existence à prescriptions réglementaires qui leur tracent un cadre et l imposent une organisation invariable: ce sont des sociétés cielles d'émulation agricole agissant sous le contrôle du mini compétent et veillant, dans leur circonscription, aux intérêts p fessionnels de leurs adhérents. Des commissions provinci d'agriculture, et un conseil supérieur de l'agriculture comp des délégués de ces commissions et de membres choisis par gouvernement complètent les institutions comitiales. Les c missions provinciales et le conseil supérieur ont pour mission centraliser et de coordonner les études et les desiderata associations locales. L'arrêté royal du 18 octobre 1889 es charte fondamentale de cette organisation hiérarchique.

Les autres, sous les dénominations de *Syndicats agrico Boerebonden*, etc., sont filles de l'initiative privée: elles po suivent aussi le progrès agricole : mais ne jouissant pas, même titre que les comices, des faveurs gouvernementales, el ont dû rechercher dans l'arsenal des lois des combinaisons in nieuses qui leur permissent d'avoir une existence plus ou mo régulière, en attendant que le vote de la loi sur les associati professionnelles leur donne des bases plus stables et plus du bles. Les principes généraux du droit, les dispositions concern certaines sociétés commerciales, parfois celles de la loi sur sociétés mutualistes ont été appliquées aux associations agric libres : mais jusqu'à ce jour, le syndicat agricole comme séparé des institutions économiques créées dans son sein, pas encore pu obtenir une existence légale, ni posséder un pa moine propre.

Malgré cette situation inférieure, les résultats obtenus en d'années par les associations libres sont merveilleux et dépass de loin tout ce qu'ont pu produire les comices depuis p de cinquante ans qu'ils existent.

Sous le régime de la liberté d'association, les jeunes syndi agricoles ont donné naissance à des institutions sans noml Les *Boerenbonden* ou *Ligues de paysans*, qui prospèrent su

sol fécond des Flandres, dans le Brabant, le Limbourg et la province d'Anvers, ont donné l'essor aux assurances contre la mortalité du bétail, résolu le problème du crédit agricole, organisé des laiteries coopératives et des sociétés de production en commun, créé des sections d'achat et de vente, établi des cours professionnels pour adultes, vulgarisé l'usage des instruments perfectionnés de culture et répandu l'emploi des engrais chimiques et des graines sélectionnées. Les corporations des cultivateurs chrétiens sont devenues populaires en peu de temps dans la partie wallonne du pays. Elles se sont multipliées dans le Hainaut et la province de Liége, répandant les bienfaits de la mutualité et mettant en lumière les avantages de l'association. Une section constituée à Forêt, province de Liége, pour la vente en gros des fruits à l'étranger, a procuré à ses adhérents, en 1895, un bénéfice net de 12 000 francs, supérieur à celui qu'ils auraient pu réaliser par la vente de ces produits dans le pays.

De florissantes associations se sont créées dans le Luxembourg. La *Corporation des cultivateurs et ouvriers agricoles du canton de Houffalize*, composée presque exclusivement de membres appartenant à la classe la plus humble des travailleurs de la terre, a atteint en peu de temps un degré de prospérité inespéré. Son chiffre d'affaires qui n'était que de 4000 francs pour 1894 a plus que quintuplé pendant l'exercice suivant, et a atteint 21 000 francs ; le nombre de ses associés s'est élevé, pendant cette période, de 120 à 400. Le bénéfice qu'elle a réalisé, en 1895, dépasse 6000 francs. L'intervention de la société a permis aux petits cultivateurs et aux ouvriers agricoles de se procurer de minimes quantités d'engrais de première qualité aux mêmes conditions que s'ils avaient pris des wagons complets et de bénéficier de la réduction que l'on obtient en faisant de grosses commandes. Au point de vue de la culture elle-même, la société a propagé l'emploi des engrais chimiques à fortes doses ; grâce à elle la production a, par ce fait, sensiblement augmenté.

Là ne s'est pas borné le rôle des associations libres dans le Luxembourg.

A diverses reprises la presse a attiré l'attention sur l'école professionnelle pour hommes établie à Florenville et due à l'initiative du dévoué docteur Jacques, secondé par le service technique de l'Agriculture. Outre les trente-cinq élèves adultes qui s'étaient fait inscrire, des centaines d'auditeurs, cultivateurs et artisans du village et des environs, sont venus assister assidûment à toutes les conférences qui se donnaient quatre fois par

semaine de 7 à 9 heures du soir. Ces conférences ont embras tout le programme des cours élémentaires d'agriculture : notio de chimie, expériences de physique, physiologie végétale, app cation du système métrique au cubage et à l'arpentage, etc complète des engrais et des procédés culturaux : elles ont compr en outre, des notions sur les questions juridiques intéressant l cultivateurs : la propriété, les limites, les servitudes, l'enclav le passage, les fouilles, les abeilles, le glanage : un cours abre de zootechnie et de police sanitaire : des causeries sur l'hygié alimentaire : des entretiens sur les devoirs des agriculteurs et l obligations réciproques des patrons et des ouvriers dans société actuelle.

L'influence bienfaisante des sociétés agricoles libres s'e aussi fait sentir dans un domaine d'une importance capital elles ont permis de mettre un terme à de nombreuses fraud dont les cultivateurs étaient victimes. Dans le courant de dernière session parlementaire, des députés de droite ont int pellé le Gouvernement sur les abus auxquels donnait lieu commerce des engrais. Des fraudes multiples étaient signale de toutes parts ; elles avaient pour théâtre les deux Flandr Le parquet s'émut ; une enquête fut ouverte. Elle fit soupçonn l'existence d'un vaste système de tromperie commerciale, org nisé surtout par des étrangers. Les tribunaux ont eu à appréci leurs procédés ; mais jusqu'ici les poursuites n'ont pas eu d'iss définitive.

C'est à l'Association agricole dont le siège est au *Landbo wershuis* à Gand que les agriculteurs des Flandres ont trou une protection efficace. Les premières réclamations s'y sont f jour et ont provoqué de la part des administrateurs de la socie une enquête privée qui a amené l'intervention du parquet.

Cette association dispose en outre d'un local où peuvent réunir les organismes fédératifs de la province : les jours marché, des conseils compétents, avocats et agronomes, donn gratuitement des avis aux cultivateurs qui s'adressent à e Une bibliothèque agricole est en voie de formation.

En étudiant l'action des associations libres au point de v agricole, il importe de ne pas perdre de vue que la législati belge n'offre à ces groupements que des instruments imparfa créés en vue d'autres situations et ne s'adaptant pas par con quent aux nombreuses exigences de leur action multiforme. l syndicats français, qui jouissent de la personnification ci depuis 1884, ont été plus loin dans la voie du progrès. Le li

de M. le Comte de Rocquigny surabonde en précieux renseignements sur les associations agricoles françaises. Un exemple des plus frappants à citer c'est l'organisation modèle créée dans le département de la Charente-Inférieure ; elle a été amenée à un tel degré de prospérité, qu'après avoir établi dans son sein tous les services possibles au profit des classes rurales, elle n'a pas hésité à mettre à l'étude la fondation d'un orphelinat et d'un hospice agricoles. Seules, la mort du fondateur de ce syndicat, M. A. Rostand, et des difficultés d'ordre intérieur ont fait ajourner, mais non abandonner, la réalisation de ce projet.

Que peuvent opposer les comices à cette activité bienfaisante ?

Si l'on pouvait, pour répondre à cette question, s'en tenir à la commune affirmation, à la *vox populi* des personnes qu'intéresse le progrès agricole, un mot suffirait, douloureusement éloquent : — Rien ! Mais l'assertion aurait le tort d'être trop absolue. Quelques comices ont réellement fait preuve d'activité : les comices de Courtrai et d'Herzele notamment ont été les promoteurs d'un véritable faisceau d'institutions utiles et remarquables qui ont attiré l'attention des *Revues* agricoles étrangères.

Mais à côté de ces rares exceptions, combien de comices ne voit-on pas sommeiller dans une profonde apathie et borner leur action à organiser de temps à autre quelque concours plus ou moins suivi, quelque exposition plus ou moins intéressante. Les doléances multipliées qui se reproduisent périodiquement dans l'enceinte parlementaire, lors de la discussion du budget de l'Agriculture, sont présentes à la mémoire de tous; et M. le Ministre de l'Agriculture lui-même a reconnu la justesse de ces observations en mettant à l'étude un plan de réorganisation des comices agricoles.

D'après des échos recueillis par diverses publications, M. le Ministre de l'Agriculture espère trouver dans l'application aux comices de deux principes nouveaux un moyen de les galvaniser et de leur infuser la force vitale qui, d'un avis unanime, leur manque aujourd'hui. La démocratisation de ces institutions consoliderait leur assise et le rôle social qui leur serait confié augmenterait leur importance.

Il ne semble pas que ces remèdes constituent le véritable spécifique de la maladie d'indolence dont souffrent les comices. Des bases larges, une influence sociale réelle, sont les meilleurs

stimulants d'une association libre : les mœurs politiques q nous subissons les rendent difficilement applicables, dans no pays, aux institutions officielles.

On peut, chez nous, observer un phénomène tout spécial. politique qui se glisse partout n'a pas tardé à forcer la porte d comices agricoles ; fatalement bon nombre d'entre eux s tombés aux mains d'une petite coterie de grands propriétai fonciers ou d'importants fermiers. Aussitôt la défiance est né la masse des agriculteurs a déserté le comice, s'est désintéress de ses travaux. Croit-on qu'une disposition réglementaire pou jamais ramener la confiance disparue ?

L'idée, inspirée sans doute par des réminiscences classiqu de faire des comices agricoles des États-Généraux au petit pi avec trois ordres délibérant séparément : l'ordre des propr taires, l'ordre des fermiers et l'ordre des travailleurs de la ter ne paraît guère réalisable en fait ; et, dans les circonstan actuelles, elle ne laisse pas de présenter des dangers dont sont émus bon nombre d'esprits judicieux.

L'abaissement à deux francs de la cotisation des memb effectifs des comices joint à la division en classes ou catégori doit avoir pour effet, dit-on, de multiplier le nombre des adl rents. Ne sera-ce pas plutôt ouvrir une porte au socialisme, permettre de s'emparer un jour des comices comme il a da certaines circonscriptions accaparé les conseils de l'Industrie du Travail et les conseils de Prud'hommes ?

Quel rôle social imagine-t-on que puissent remplir les comi officiels ? On voudrait les faire intervenir comme juridicti arbitrale dans les différends relatifs aux choses agricoles, même titre que les conseils de prud'hommes jugent les cont tations entre patrons et ouvriers. Est-il besoin pour atteindre but de recourir aux comices ; ne pourrait-on pas appliquer a ouvriers agricoles, *mutatis mutandis*, les dispositions qui or nisent la juridiction spéciale des ouvriers industriels.

L'énervante neutralité à laquelle, dans l'état actuel de r institutions, les créations gouvernementales sont fatalem condamnées, maintiendra toujours les comices dans une impu sance absolue. C'est une utopie que de croire qu'il en puisse ê autrement.

Le paysan, le petit paysan surtout, est d'une défiance exa rée ; son intelligence simpliste ne va pas jusqu'à concev abstractivement les principes ; pour lui, ceux-ci se confond avec les personnes qui les professent. Au même titre, il

parvient point à dégager l'entité de l'association des personnalités qui la dirigent, non plus qu'à séparer les intérêts de celle-là d'avec les aspirations de ceux-ci. Il n'admet que très difficilement qu'on puisse marcher la main dans la main sur le chemin commun des intérêts matériels, alors qu'en d'autres domaines on se fait une guerre acharnée. Ce sentiment naturel de défiance se traduit en fait par la réserve et l'abstention. C'est que le lien professionnel n'a point encore acquis, en notre pays, un degré suffisant de solidité.

Le syndicat agricole, qu'il ne faut pas confondre avec certaines sociétés commerciales décorées de ce nom, a en partage la force morale qui fait défaut au comice : c'est là qu'il puise sa vitalité et sa force d'expansion.

Avant tout, les syndicats agricoles poursuivent un but moral et social ; c'est, peut-on dire, pour eux, une condition *sine qua non* de prospérité. La puissance de cet idéal supérieur maintient en une gerbe compacte, les divers éléments de l'association que des conflits d'ordre matériel inévitables disjoindraient à tout jamais.

L'exemple que nous offrent à cette heure les syndicats français est concluant.

M. Tancrède de Hauteville, étudiant dans un article publié par l'Association Catholique la crise à laquelle semblent toucher, après dix années d'existence, les syndicats français, établit que le malaise actuel a sa source dans l'importance même de quelques-uns des résultats par lesquels se manifeste l'action des associations agricoles. " En se développant par certains côtés dans des proportions inattendues, écrit-il, l'œuvre première court risque de chanceler sur sa base. *L'institution* est menacée par les *institutions* qui sont dérivées d'elles, et qui, en attendant qu'elles l'absorbent, commencent à la faire oublier et à provoquer certains doutes sur son utilité. „

Le syndicat de la Charente-Inférieure que nous citions tantôt n'a pas échapppé à ce danger, et récemment le Président faisait appel au zèle de ses collaborateurs pour détromper ceux qui croyaient que le syndicat pouvait se passer de leur concours et que la Coopérative suffirait à tous les besoins. La Société coopérative, dégagée du syndicat, n'ayant pas devant elle l'appui d'une clientèle assurée, et, obligée de lutter avec ses concurrents, se trouverait dans les conditions ordinaires du commerce et n'aurait plus qu'à défendre ses intérêts.

C'est assez dire " qu'il faut que le syndicat soit dès le c constitué sur des bases assez larges et assez solides pour apparaître à tous comme le fondement nécessaire et la gar la plus sûre de ces institutions elles-mêmes. „

Pour enrayer le mouvement de désertion qui commença a senti le besoin de ramener l'esprit des adhérents de la prer heure vers cette conception trop communément laissée l'ombre de la mission des syndicats et de leur rappeler la n sité qui s'impose pour tous les cultivateurs de faire partie grande sociéte qui ait la force de défendre leurs intérêts.

Mais, dit M. de Hauteville, cela ne sera vraiment compri le jour où on aura su intéresser directement chaque cultiv et lui assurer un rôle effectif dans le fonctionnement du syn

Les groupements locaux doivent constituer la *cellule or que* de toutes les institutions économiques à créer dans les pagnes ; entreprendre de les former en Belgique par administrative, c'est aller au devant d'un échec certain ; plus, c'est tuer dans son germe l'esprit d'association lib rendre vains pour longtemps les efforts des hommes coura qui entreprendront de réédifier au milieu des ruines amonc par une conception erronée de l'association rurale.

La prospérité de ces associations dépend en outre pou grande partie, de l'impulsion qui leur est donnée par ceu les dirigent. Elles exigent des soins incessants, une préoc tion de tous les instants, et le dévoûment dont leurs admin teurs doivent faire preuve n'est pas de ceux que font r l'intérêt personnel ou l'ambition , il prend sa racine dan sentiments plus élevés que l'atmosphère officielle étouff neutralité obligée des comices en écartera fatalement tous qui ont conscience de leurs devoirs sociaux dans la lutte engagée entre les soutiens de l'ordre et les novateurs qui r un bouleversement général.

L'extension du champ d'action des comices agricoles point réclamée par les circonstances. Les résultats obtenu certains d'entre eux démontrent à l'évidence l'excellen l'organisation dont les a dotées le Ministère de l'Agricu Ce qui a été fait par les uns pourrait être également réalis les autres si l'obstacle d'ordre supérieur, qui vient d'être si n'entravait fatalement leur développement.

M. le Ministre de l'Agriculture voudrait leur donner c mission de propager les améliorations culturales ; de pours

le perfectionnement des industries agricoles ainsi que l'amélioration des cultures et des animaux par l'institution de concours et la création de syndicats locaux pour l'achat et la conservation d'animaux d'élite ; de contribuer au développement de l'enseignement agricole ; de faciliter et d'encourager la création de laiteries coopératives, de caisses rurales de crédit, d'associations ayant pour but l'achat en commun de produits et denrées utiles à l'agriculture, ou la vente en commun des produits de la ferme, l'assurance du bétail, etc. Le comice faciliterait également la tâche de l'administration en lui fournissant les renseignements utiles à l'agriculture et en assurant l'exécution des règlements ayant un caractère agricole.

Aucun de ces buts n'échappe aux associations professionnelles libres ; le projet de loi déposé leur donne la faculté d'acquérir des immeubles pour leurs réunions, leurs bureaux, leurs écoles professionnelles, leurs bibliothèques, leurs collections, leurs laboratoires, leurs champs d'expériences, leurs bureaux de placement, leurs bourses de travail, leurs ateliers d'apprentissage et de chômage, leurs hôpitaux et leurs hospices.

L'institution des comices répondait à une nécessité quand les associations agricoles libres étaient inconnues en Belgique. Il n'en est plus de même aujourd'hui. Et quelque paradoxale que l'affirmation puisse paraître, nombre de bons esprits considèrent comme un sérieux danger social l'institution d'organismes officiels neutres dans la situation présente. Au lieu de chercher à ranimer des organismes fatalement impuissants, combien ne serait-il pas plus facile de profiter des associations existantes ?

Le vote imminent de la loi sur les associations agricoles assurera aux syndicats agricoles, *Boerenbonden*, etc., une existence légale.

Ne semble-t-il pas, à considérer les progrès que ces groupements ont déjà réalisés et réaliseront encore dans l'avenir, que l'attitude du Gouvernement à leur égard doit subir un changement ?

Ne méritent-ils pas, aussi bien que les comices, les encouragements du Gouvernement ? Il est impossible que l'on continue à leur marchander les subsides largement alloués aux comices officiels.

On a dit que M. le Ministre de l'Agriculture ne regardait pas comme irréalisable l'établissement d'un juste équilibre entre les syndicats et les comices. C'est une idée féconde qui produira

les plus satisfaisants résultats. Les comices pourraient cons tuer un rouage intermédiaire entre le gouvernement et l sociétés libres des différents cantons au lieu de chercher à pa lyser leur initiative et d'ériger autel contre autel. Ils pourrai constituer, comme en Amérique, d'excellents bureaux de rens gnements et de statistique. Tous les comices qui portent flanc l'un des vices essentiels, qui ont été signalés, disparaître sans bruit ; ceux qui sont constitués sur des bases solides pr péreront davantage, sollicités par l'émulation des institutio libres. D'autre part, les syndicats, ayant enfin une existen légale, soutenus et encouragés par les pouvoirs publics, pourr étendre leur influence bienfaisante et réaliser le plan caress le salut de l'agriculture par la science et l'association.

Un bon exemple à l'appui de la thèse que nous soutenons fourni *en ce moment* par les syndicats normands pour la ve des beurres en Angleterre. Le beurre normand était disquali comme le beurre belge sur la place de Londres, par suite fraudes ; aujourd'hui, le beurre de Normandie reconquiert ra dement sa réputation sur le marché anglais, grâce aux mesur sévères et intelligentes prises par les organisateurs des syndica non seulement pour prévenir la fraude, mais pour assurer beurre revêtu de sa marque une composition et un goût u formes.

En même temps, ces associations libres pourront se consacr à la mission sociale qui leur est naturellement dévolue par force des choses.

L'entrée en scène du socialisme agraire, dit M. Le Trésor la Rocque, grandit singulièrement le rôle de l'association p fessionnelle agricole.

" Le socialisme grandi, discipliné, procédant méthodiqueme à son extension dans le pays, présentant comme évangile a paysans son programme agricole, constitue un péril dont gravité n'est pas assez comprise ; les syndicats agricoles on y faire face et les hommes qui les dirigent doivent les adap à cette mission de défense sociale. „

V. D. B.

*P. S.* Le neuvième rapport du Ministre de l'Agriculture sur les fer expérimentales du Canada vient de paraître. Nous croyons avoir anal

d'une façon assez complète les rapports précédents pour qu'il ne soit pas nécessaire d'insister sur l'organisation de ces cultures expérimentales et sur les rapports des différents spécialistes qui apportent annuellement leur tribut d'observations à ces bulletins.

Le rapport de l'*Agriculteur* contient des observations très intéressantes sur l'alimentation des jeunes porcs, d'où il résulte : 1° que le lait écrémé peut avec avantage et économie former la base de la nourriture de ces animaux pendant leur croissance ; 2° que, lorsque le porc pèse plus de cent livres, il est économique de lui laisser consommer au plus 5 livres de lait écrémé par jour ; 3° que, dans tous les cas, les porcs qui ont reçu du lait écrémé sont plus vigoureux et en meilleure condition que ceux qu'on a nourri exclusivement de grains de diverses espèces.

Tous les producteurs de fruits éclairés emploient aujourd'hui avec succès au Canada les *pulvérisateurs* contre les insectes nuisibles et les maladies fongeuses; ce résultat est dû en grande partie aux efforts du gouvernement fédéré. On ne craint pas d'y employer largement la bouillie bordelaise et le vert de Paris, en dépit des cris d'alarme des ignorants opposés systématiquement à toutes les applications de la science à l'agriculture. Le ver de la pomme et de la poire, l'arpenteuse du pommier, les pucerons sont détruits par ces procédés. L'émulsion qui réussit le mieux pour la destruction des pucerons d'été est un mélange de savon (1 livre) et de déchets de tabac fort (4 livres) dans dix galons d'eau.

---

## ASTRONOMIE (1).

—

### FERDINAND-FÉLIX TISSERAND.

Le 20 octobre 1896 est mort à Paris, frappé en pleine force et pleine activité, M. F. Tisserand, membre de l'Institut et du Bureau des longitudes, directeur de l'Observatoire de Paris et professeur à la Faculté des sciences.

Rien ne faisait prévoir que cette vie déjà si féconde, mais si riche encore de promesses, allait se clore brusquement et longtemps avant son terme naturel. M. Tisserand n'avait que 51 ans.

Il avait passé, avec sa famille, la saison d'été à Houlgate, et

(1) Nous supprimons le *Bulletin d'Astronomie* qui devait occuper les dernières pages de cette livraison, pour les consacrer à l'éminent astronome que la France vient de perdre.

était revenu à Paris, il y a quelques semaines, en parfaite s
heureux de reprendre ses études. Le 19 octobre, dans la mat
il suivait le convoi de son collègue de l'Institut, M. Trecul. L
une congestion cérébrale l'enlevait subitement à la science
l'affection de ses amis. C'est avec le même imprévu et la m
soudaineté que sont morts Delaunay et l'amiral Mouchez,
deux directeurs de l'Observatoire de Paris, le premier vic
d'un accident, le second frappé au milieu des siens le jour même
il était allé chercher auprès d'eux un peu de repos. » Il y a
cette brusque exécution des décrets mystérieux d'une appar
fatalité, dit M. Faye, de quoi confondre nos esprits, si nous
savions qu'il faut être prêt à toute heure. N'oublions pas
nous sommes, grands et petits, dans une main suprême qui
départit la vie et l'intelligence en vue du bien et du progrès
qui soudainement peut clore à son gré la page où nous inscri
les actes de notre vie (1). »

Ferdinand-Félix Tisserand naquit à Nuits-Saint-Georges (C
d'Or), le 13 janvier 1845. Il fit ses études au lycée de Dijon, e
à l'École normale supérieure, section des sciences, en 1863,
reçu agrégé en 1865, et obtint, en 1868, le titre de docteu
sciences.

La thèse qu'il soutint le 15 juin 1868 a pour titre *Exposit*
*d'après les principes de Jacobi, de la méthode suivie*
*M. Delaunay dans sa Théorie du mouvement de la L*
*autour de la Terre ; extension de la méthode* (2). Ce fut
premier pas dans la carrière astronomique qu'il allait parco
avec tant d'éclat : il entra aussitôt à l'Observatoire de Pa
comme astronome-adjoint.

A ses fonctions à l'Observatoire, M. Tisserand joignit celles
répétiteur à l'École des Hautes-Études, pour le Cours de ca
différentiel et intégral professé par J. A. Serret. C'est ainsi q
fut amené à réunir les exercices d'analyse qu'il publia plus t
sous le titre de *Recueil complémentaire d'exercices sur le ca*
*infinitésimal* (3). Dans la pensée de l'auteur, ce livre s'adres

(1) Discours prononcé aux funérailles de Delaunay.

(2) Paris, Gauthier-Villars ; in-4°, 52 pages. C'est un extrait du JOUR
DES MATHÉMATIQUES PURES ET APPLIQUÉES (Liouville), seconde s
t. XIII, 1868, p. 255.

(3) Paris, Gauthier-Villars, 1877 ; un volume in-8° de 388 pages.

spécialement aux candidats à la Licence et à l'Agrégation, et formait une suite naturelle à l'excellent *Recueil d'exercices sur le calcul infinitésimal* de M. F. Frenet ; de là le titre de *Recueil complémentaire* qu'il lui a donné. Disons de suite que, cette année même, M. Tisserand avait réédité ce *Recueil* avec la collaboration de M. Painlevé qui l'a augmenté de nouveaux exercices sur les variables imaginaires (1).

A cette époque, la France ne possédait que deux observatoires, celui de Paris et celui de Marseille. Sur les instances de Delaunay, l'ancien Observatoire de Toulouse, fut rendu à la science et complètement réorganisé en 1872. On en remit la direction à M. Tisserand, en même temps qu'on lui confiait une chaire à la Faculté des sciences de cette ville.

Le répétiteur de l'École des Hautes-Études et l'astronome de l'Observatoire de Paris avait commencé déjà cette longue série de communications à l'Académie des sciences sur les questions les plus délicates de l'analyse et de la mécanique. Ses premiers travaux publiés, de 1868 à 1872, dans les COMPTES RENDUS de l'Académie des sciences ont eu pour objet l'*interpolation*, le *calcul des différences*, les *mouvements relatifs à la surface de la terre*, et le *mouvement des planètes autour du soleil d'après la loi électro-dynamique de Wéber*.

Le 2 février 1874, le directeur de l'Observatoire de Toulouse était nommé membre correspondant de l'Académie des sciences pour la section d'astronomie.

Le 16 février de la même année, il s'offrait à l'Académie pour l'observation du passage de Vénus.

On se rappelle que la génération présente a assisté deux fois en huit ans à un événement astronomique qui ne s'était plus produit depuis 1769 et qui ne se renouvellera plus avant l'année 2004 : le 9 décembre 1874 et le 6 décembre 1882, Vénus traversa lentement le disque du soleil sous l'apparence d'une petite tache noire. Pour voir ce phénomène il suffisait évidemment d'occuper l'hémisphère terrestre éclairé au moment où il se produisait ; mais pour l'observer utilement et en tirer les données nécessaires au calcul de la distance moyenne du soleil à la terre, il fallait déterminer aussi exactement que possible les petites différences

(1) Paris, Gauthier-Villars, 1896 ; un volume in-8° de 524 pages.

que le phénomène présente suivant les positions géographiqu des observateurs. De là la nécessité d'espacer convenablemei sur le globe les postes d'observation. La recherche des statioi les plus favorables à l'observation du passage de Vénus, 9 décembre 1874, exigea de longues études qui aboutirent l'érection d'observatoires temporaires répandus à peu près soi toutes les latitudes, de la Sibérie aux terres australes, en passai par le Japon, la Chine, les îles et les rivages de l'Océan Indie la Polynésie et l'Australie. Les astronomes français furei partagés entre quatre missions principales, deux dans l'hémi phère nord, Pékin et Yokohama, et deux dans l'hémisphè sud, Campbell et Saint-Paul; on leur adjoignit deux missioi auxiliaires, l'une à Nouméa et l'autre en Cochinchine.

La généreuse initiative de M. Tisserand, qui s'offrait à fai partie de l'une de ces missions, se heurta à des difficultés do les procès-verbaux des séances de la Commission du passage Vénus ont conservé le souvenir (1). Le directeur de l'Observ toire de Toulouse et le professeur de la Faculté des science s'exposait, en s'expatriant momentanément, non seulement perdre le traitement de ses fonctions, mais à trouver, à s retour, sa place occupée par un autre. Une décision ministériel trancha la difficulté, et M. Tisserand put faire partie de mission de Yokohama placée sous la direction de M. Janssen.

Il prit également part à l'observation du passage du 6 décemb 1882; cette fois l'Académie lui confia la direction de la missi qu'elle envoyait à la Martinique.

Les travaux les plus importants publiés par M. Tisserand 1872 à 1878 ont trait à la mécanique céleste. Ils se trouve disséminés dans les MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DE TOULOUSE, l ANNALES SCIENTIFIQUES DE L'ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE et l COMPTES RENDUS de l'Académie des sciences. Son *Mémoire s l'attraction des sphéroïdes elliptiques homogènes*, publié da le tome VII, septième série, 1875, des MÉMOIRES de Toulous est reproduit dans le JOURNAL de Liouville, tome II, troisièn série, 1876. Sa belle notice sur Le Verrier se trouve dans REVUE SCIENTIFIQUE, seconde série, tome XIII, 1877 (tome XX la collection).

L'amiral Mouchez venait de succéder à Le Verrier, mort

(1) *Recueil des mémoires, rapports et documents relatifs à l'observati du passage de Vénus.* Institut de France, Acad. des Sc., coll. des Mi

1877, dans la direction de l'Observatoire de Paris, lorsque M. Tisserand quitta Toulouse, en 1878, pour rentrer à l'Observatoire de Paris en qualité de secrétaire. En même temps, il succédait à C. Mathieu, en qualité de membre titulaire du Bureau des longitudes dont il était membre correspondant depuis plusieurs années; l'Académie l'avait élu le 18 mars membre de la section d'Astronomie en remplacement de Le Verrier. M. Tisserand n'avait alors que 33 ans. Au début il joignit à ces fonctions celles de suppléant de Liouville à la Faculté des sciences; après la mort de Puiseux, il fut nommé, en 1884, titulaire de la chaire de Mécanique céleste.

C'est de ce cours, appelé à prolonger l'enseignement de Cauchy et de Puiseux, qu'est née l'œuvre principale de l'éminent astronome, celle qui résume toute son activité scientifique, consacre sa réputation et assure pour longtemps l'influence féconde de son enseignement : nous voulons parler de la publication de son magistral *Traité de Mécanique céleste*, commencée en 1889 et achevée en 1896 (1).

On sait l'action puissante qu'exerça la *Mécanique céleste* de Laplace sur l'orientation de l'activité scientifique d'une génération de géomètres illustres qui consacrèrent la meilleure part de leurs efforts à l'avancement de l'astronomie mathématique et à la transformation des méthodes analytiques qui devaient leur servir d'instruments. C'est dans la chaire de Cauchy et de Puiseux, que M. Tisserand conçut le projet d'établir le bilan de tous ces progrès. C'est pour le réaliser qu'il s'est livré au travail très long et très délicat de recherche, de classement, de coordination, de critique, d'exposition de matériaux immenses, épars dans une foule de recueils français et étrangers. C'est dans ces leçons qu'il a préparé leur mise en œuvre, en faisant subir au choix et à l'exposé des méthodes, toujours ingénieuses, souvent subtiles, inventées par quelques astronomes contemporains, l'épreuve de l'enseignement oral. C'est en s'efforçant de les présenter à ses élèves avec rigueur et clarté, mettant dans tout leur jour les limites qui restreignent leur emploi et les ressources qu'elles fournissent, qu'il a trouvé le secret d'être à la fois si simple et si profond, en s'attachant à projeter la

(1) *Traité de Mécanique céleste*, quatre volumes in-4o, 1889-1896. — Paris, Gauthier-Villars. — M. R. Radau a donné une analyse détaillée de cet ouvrage dans le BULLETIN ASTRONOMIQUE, t. VI, p. 15; t. VII, p. 419; t. XI, p. 102; t. XIII, p. 300.

lumière sur tous les points essentiels d'une théorie, et en laiss de propos délibéré, dans l'ombre les accessoires qui aura alourdi son exposition ou distrait l'attention de ses auditeur de ses lecteurs.

" Nul doute, dit un juge très compétent, M. Seeliger, en par du *Traité de Mécanique céleste* de M. Tisserand, nul d qu'avant peu cet ouvrage ne se rencontre à titre de guide in pensable sur la table de tout astronome (1). „ — " C'est monument élevé à la gloire de l'Astronomie moderne, M. Radau, et des générations d'astronomes y viendront pu des idées, de l'espoir et du courage. Quel est le problème effet qu'on n'ose aborder avec un tel guide „. — " Voici, M. Rambaut, Ministre de l'Instruction publique en France, d le discours qu'il a prononcé sur la tombe de M. Tisserand. v en quels termes Pasteur, dans une lettre adressée à l'un mes prédécesseurs, parle de cette œuvre remarquable : Il es notoriété, parmi les astronomes et les mathématiciens les compétents que, seul en France et en Europe, M. Tisserand é capable d'entreprendre et de mener à bien cet immense tra qui fait le plus grand honneur à la France. „

Le Verrier mourant eut la consolation de corriger les derni épreuves de son grand travail sur les Planètes; M. Tisser a pu goûter la joie d'avoir achevé son *Traité,* et il aura tro la récompense du labeur immense qu'il s'était imposé dan reconnaissance enthousiaste qui en accueillit la publication.

Lorsque l'amiral Mouchez fonda, en 1884, le BULL ASTRONOMIQUE, revue mensuelle, publiée sous les auspices l'Observatoire de Paris, pour aider aux progrès des étu astronomiques en France, c'est à M. Tisserand qu'il en confi direction. " Grâce au désintéressement et à la haute compét de M. Tisserand, qui a bien voulu se charger de la directior ce BULLETIN, écrit l'amiral Mouchez dans l'*avertissement* p en tête du premier volume, on peut espérer que cette nouv publication atteindra le but qu'elle se propose „. Elle l'a att en effet; et elle contribue, depuis sa fondation, au développer de la science non seulement en France, mais à l'étranger.

A la mort de l'amiral Mouchez, frappé lui aussi par un

(1) *Vierteljahrschrift der Astronomischen Gesellschaft*, 24e a fasc. III. — Leipzig, 1889.

imprévu du sort, M. Tisserand prit la direction de l'Observatoire de Paris le 8 août 1892.

Au mois de février de l'année suivante, l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg décernait aux travaux de l'éminent astronome le prix Schubert.

C'est dans les COMPTES-RENDUS de l'Académie des sciences, les ANNALES de l'Observatoire de Paris, les ANNALES de l'Observatoire de Toulouse, les publications du Bureau des Longitudes, et dans le BULLETIN ASTRONOMIQUE, qui transmit souvent à ses lecteurs l'écho de l'enseignement du professeur de la Faculté des sciences, que se trouvent disséminées les publications séparées de M. Tisserand pendant cette seconde période de sa vie. La plupart convergent vers la grande œuvre qui absorba longtemps son activité scientifique, la composition de son *Traité de Mécanique céleste ;* elles s'adressent donc aux astronomes de profession. Toutefois M. Tisserand ne dédaigna pas de vulgariser, au profit du public instruit, les découvertes les plus intéressantes et les problèmes les plus profonds d'une science qu'il connaissait si bien. Son article sur les Satellites de Mars, publié dans le *Journal des Savants*, en 1879, et surtout ses belles *Notices* de l'ANNUAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES, resteront longtemps des modèles de clarté et d'élégance. Sous sa plume, les sujets les plus ardus et, à première vue, absolument arides, tels que l'*Étude des perturbations*, la *Mesure des masses en astronomie*, l'*Accélération séculaire de la Lune*, deviennent parfaitement accessibles au plus grand nombre et extrêmement intéressants ; on ne sait, en lisant ces chefs-d'œuvre de haute vulgarisation, ce qu'il faut le plus admirer dans ce maître éminent, ou sa science profonde, ou son art à ne pas même laisser soupçonner les difficultés qu'il a dû vaincre pour allier tant de rigueur à tant de simplicité.

Les honneurs sont venus à M. Tisserand avant les années, et l'ont suivi jusqu'à sa dernière demeure. Il était chevalier de la Légion d'Honneur depuis 1873 et avait été promu officier, dans ces dernières années. Il était officier de l'Instruction publique, grand-croix de l'ordre de Medjidié, etc.

Ses funérailles religieuses ont été célébrées le vendredi 23 octobre en l'église Saint-Jacques-du-Haut-Pas.

L'inhumation a eu lieu au cimetière Montparnasse.

Là, après les dernières prières, des discours ont été prononcés

par MM. Rambaud, ministre de l'instruction publique, au nc du gouvernement ; Janssen, au nom de l'Académie des science Lœwy, collaborateur et ami du défunt, au nom de l'Observ toire de Paris ; Wolf, au nom de la Faculté des sciences ; professeur Poincaré, au nom du Bureau des longitudes. Bac huysen, au nom des observatoires étrangers et du " com international de la carte du ciel " ; Gariel, au nom de l'univers de Padoue ; Lécrivain, au nom de la ville de Nuits-Saint-George Bertrand, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, nom des amis du défunt.

Au moment où nous écrivons ces lignes, des fragments de c discours ont seuls été publiés ; on trouvera vraisemblablement texte complet de plusieurs au moins d'entre eux dans le procha volume de l'ANNUAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES.

Aux dons de l'intelligence, M. Tisserand joignait toutes l qualités du caractère. Il était bon, modeste, plein de bienveillan pour ceux qui avaient recours à ses conseils, inaccessible à l'i trigue et aux visées ambitieuses. Aussi le ministre de l'Instructi publique, M. Rambaud, a pu lui rendre, sur sa tombe, ce be temoignage : " Tisserand était bon, loyal, désintéressé et d'u modestie telle que, pour les hautes situations scientifiques qu occupa, ce fut toujours le suffrage des savants qui le désigna choix des ministres avant qu'il se fût avisé qu'il pourrait ét question de lui. Et toujours il se trouva qu'il était, pour remp ces fonctions, l'homme nécessaire ".

J. THIRION, S. J.

# TABLE DES MATIÈRES

DU

DIXIÈME VOLUME (DEUXIÈME SÉRIE)

TOME XL DE LA COLLECTION.

---

LIVRAISON DE JUILLET 1896.

---


LA NIDIFICATION DU SCARABÉE SACRÉ, par **M. J. H. Fabre.** 5

LE SPECTRE INFRA-ROUGE ET LE BOLOMÈTRE, par le **R. P. Van Geersdaele, S. J.** . . . . . 26

RAISON ET FOLIE, par **M. le Dr Surbled.** . . . . . 62

DAUBRÉE, par **M. A. de Lapparent** . . . . . 89

LA QUESTION COLONIALE EN BELGIQUE, ÉTUDE D'ÉCONOMIE ET DE GÉOGRAPHIE POLITIQUES, par **M. E. Monthaye** . . 102

L'IMMUNITÉ, par **M. le Dr de l'Écluse.** . . . . . 127

PRATIQUES ET INSTITUTIONS RELIGIEUSES D'ORIGINE CHRÉTIENNE CHEZ LES MEXICAINS DU MOYEN-AGE, par **M. E. Beauvois.** . . . . . 166

LA QUESTION DES HUMANITÉS D'APRÈS LE R. P. VERREST, par **M. P. Mansion.** . . . . . 212

L'ÉVOLUTION ET LE DOGME, par **M. le Mis de Nadaillac.** . 229

BIBLIOGRAPHIE. — I. Leçons de géographie physique, par A. de Lapparent. **M. C. de la Vallée Poussin.** 247

II. Traité de mécanique rationnelle, tome II, par P. Appell. **M. M. d'Ocagne.** . . . . . 260

III. Éléments de la Théorie des fonctions elliptiques, tome II, par J. Tannery et J. Molk. **M. M. d'Ocagne** . . . . . .

IV. Les Origines, questions d'apologétique, par J. Guibert. **M. l'abbé D. Le Hir** . . . . . .

V. Les Cavernes et leurs habitants, par Julien Fraipont. **M. l'abbé D. Le Hir** . . . . . .

VI. Hygiène de l'œil, par Trousseau (Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire). **M. le Dr A. D.**

VII. Distribution de la vapeur, par A. Madamet (item). **M. Paul Daubresse** . . . . . .

VIII. Détente variable de la vapeur, par A. Madamet (item). **M. Paul Daubresse** . . . . . .

IX. La question biblique et l'Encyclique *Providentissimus Deus*, par S. M. Brandi, S. J., traduit de l'itatien, par M. l'abbé Ph. Mazoyer. **Jean d'Estienne** . . . . . .

X. Le *Pithecanthropus erectus*, discussion, par le Dr E. Houzé. **R. P. Van den Gheyn, S. J.** . .

XI. La Dynamo, théorie, calcul et construction, par C. C. Hawkins et F. Wallis, traduction et adaptation, par E. Boistel. **M. A. Witz.** . .

XII. Cours élémentaire de Physique, par Édouard Branly. **R. P. J. Thirion, S. J.** . . . . . .

XIII. Les Principes du positivisme contemporain, par Jean Halleux. **M. D. W.** . . . . . .

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

MINES, par **M. V. Lambiotte** . . . . . .

GÉOLOGIE, par **M. X. Stainier.** . . . . . .

SCIENCES SOCIALES, par **M. A. Joly** . . . . . .

SCIENCES INDUSTRIELLES, par **M. J.-B. André** . . .

BOTANIQUE, par **M. Alph. Meunier** . . . . . .